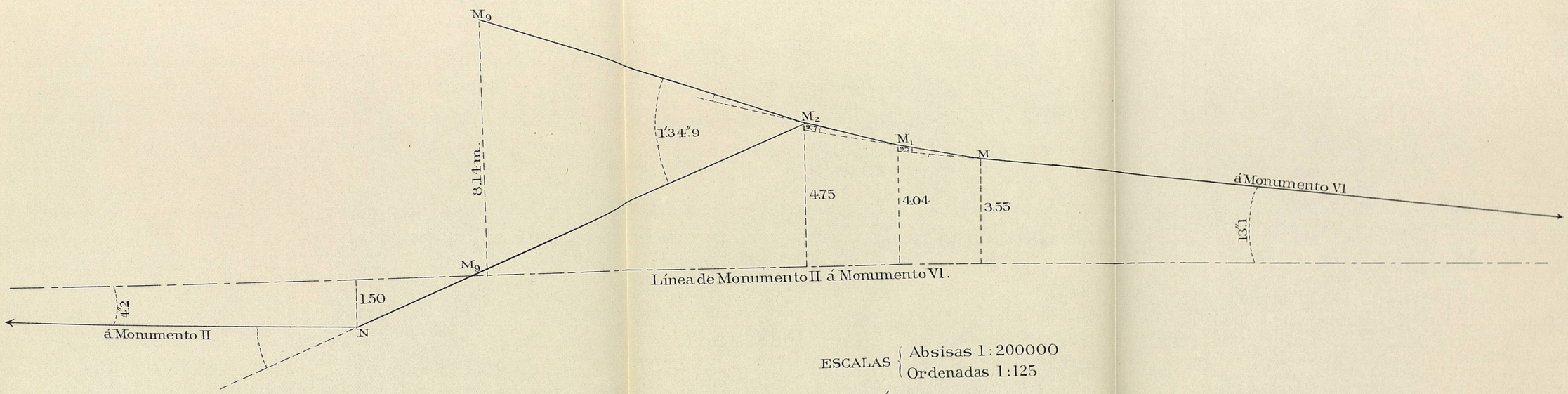
Nº 1



ESCALAS { Absisas 1 : 200000
Ordenadas 1 : 125

Ángulos

En M - 9.''7
M_1 - 9.''7
M_2 - 94.''9
N - 56.''8

de los vértices de la línea poligonal trazada entre los Monumentos VI y II para deducir de ellas por simple interpolación la correspondiente á un punto cualquiera comprendido entre dos de ellos. Entre los Monumentos XVI y XII, las estacas quedaron afectadas de pequeños errores por lo que se formó también una tabla de las correcciones correspondientes á cada una de ellas.

En toda la parte comprendida entre los Monumentos XII y VI no hubo necesidad de medir ninguna ordenada, todas las estacas habiendo sido colocadas desde un principio en la línea de monumento á monumento.

Lo mismo que en los paralelos los puntos de los monumentos fueron marcados independientemente por las dos secciones, colocándose el monumento en el medio de los dos puntos marcados.

Tabla de los ángulos formados en cada monumento entre el que precede y el que sigue.—Los ángulos están contados de E. á O. pasando por el S.

Números Antiguos.	Números Modernos.	Ángulos.
	127	
XVIII.....	129	179° 56′ 50,4″
XVII.....	136	59 44,8
XV.....	141	60 50,8
XIV.....	146	62 18,5
XIII.....	150	56 51,5
XII.....	160	60 32,1
X.....	162	59 14,9
IX.....	168	58 8,5
VI.....	175	180 55 3,1
II.....	204	

Se encontró también el Monumento XVI, que queda, visto de Monumento XVII, 19.7″ al Norte de Monumento XV.

Resultados de las observaciones de azimut hechas cerca del monumento extremo del paralelo 31° 20′ en la línea azimutal de Sonora, por el que subscribe con un altazimut de 12 pulgadas de "Troughton & Simms."

Estación.	Azimut de la señal.
395,3 metros al Oeste del monumento extremo y á 1,90 m. al Norte de la línea que va de dicho monumento al XVIII.	0 29′ 27,78″ N. O.
	29,06
	28,87
	27,25
	29,48
	29,55
	29,36
	28,48
Promedio.....	0 29 28,73 ± 0,20″
Ángulo entre la señal azimutal y el Monumento XVIII.....	68° 51′ 40,20″
Suma.....	69° 21′ 8,90″
Áng.—Est.^{n} —Ast.^{a} —Monumento XVII.—Monumento extremo	1 9,60
Azimut del Monumento XVIII, tomado en monumento extremo	69° 19′ 59,30″
Convergencia de Est.^{n} Ast.^{a} á monumento extremo.....	7,30″
Azimut del Monumento XVIII, tomado en Monumento extremo	69° 19′ 52,00″

Resultados de las observaciones de azimut hechas en Quitovaquita entre los Monumentos IX y VI de la línea azimutal de Sonora, obtenidos por el que subscribe con un altazimut de 12 pulgadas de "Troughton & Simms."

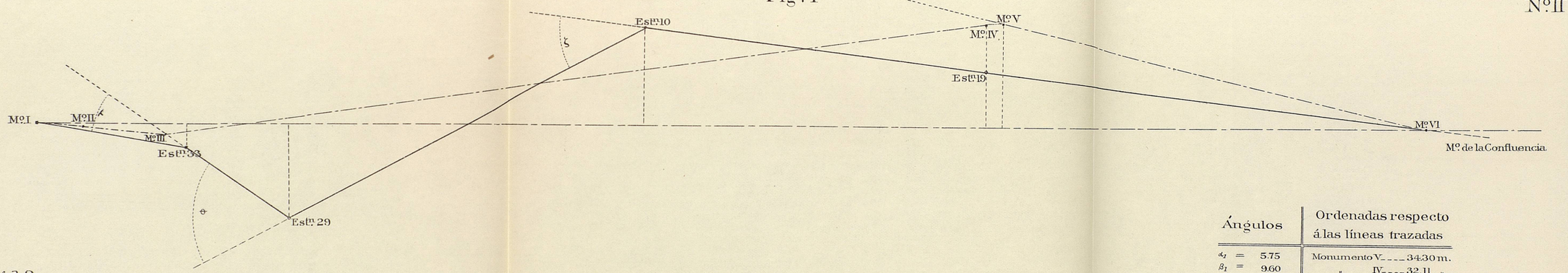
Estación.	Azimut de la señal.
En la estación de alineamiento J en la línea de Monumento IX á Monumento VI, á 12730 ms. de este último.	1° 19′ 55,5″ N. E.
	54,6
	60,5
	55,2
	56,8
	58'4
	62,3
Promedio.....	1 19 57,6 ± 0,73″
Áng. entre Monumento VI y señal azimutal.....	71° 46′ 42,9″
Azimut de Monumento VI.....	70° 26′ 45,3″
Convergencia de VI á est.....	4 1,9
Azimut de Monumento IX, tomado en Monumento VI.....	250° 30′ 47,2″
Ángulo en VI entre IX y Est.n M.*.....	179 4 43,9
Azimut de est.n M, tomado en Monumento VI.....	71° 26′ 3,3″ N. O.

*Véase croquis (N° 1) relativo al trazo de la línea de Monumento II á VI.

Resultados de las observaciones de azimut hechas cerca del Monumento II por el que subscribe con un altazimut de 12 pulgadas de "Troughton & Simms."

Estación.	Azimut de la señal.
	° ′ ″
En estación de alineamiento N° 26 á 4184 metros del Monumento II.	70 26 9.0 N. O.
	9,4
	13,5
	9,9
	9,7
	13,3
	10,2
	8,8
Promedio.....	70 26 10,5 ± 0,39′
Convergencia de N° 26 á Monumento II.....	1 21,1
Azimut de N° 26, tomado en Monumento II.....	250 27 31,6
N° 26 al Sur de línea II — N.....	3,0
Azimut de N. tomado en Monumento II.....	250 27 34,6

Fig.ª 1



Ángulos			Ordenadas respecto á las líneas trazadas	
α_1	=	5.75	Monumento V	34.30 m.
β_1	=	9.60	" IV	32.11 "
β''	=	9.61	" III	7.28 "
ζ	=	538.68	" II	1.73
θ	=	981.08		
λ	=	408.33		
μ	=	51.61		
ξ	=	31.62		
γ	=	602 (Calculado)		

Fig.ª 3

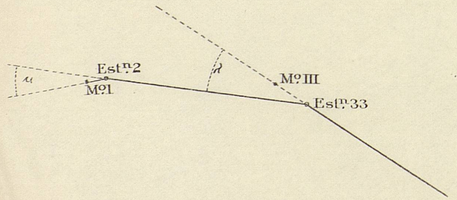
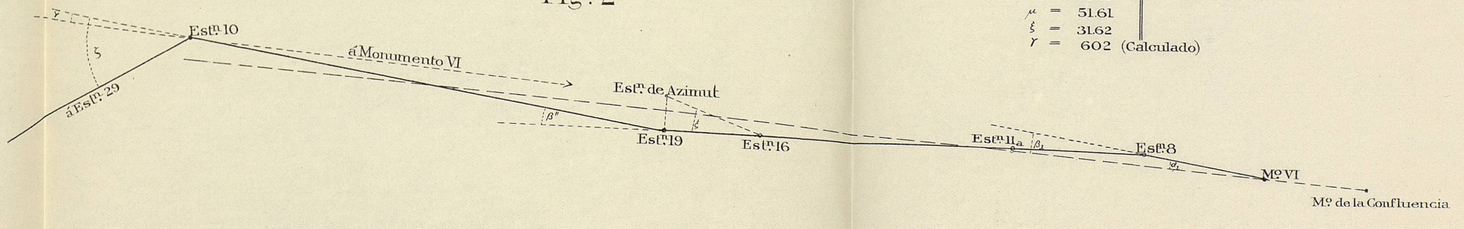


Fig.ª 2



LÍNEA AZIMUTAL DE CALIFORNIA.

Para la identificación de los monumentos de esta línea é intercalación de otros nuevos entre los antiguos existentes, una línea poligonal fué trazada entre los Monumentos VI en la orilla derecha del Río Colorado y el I del Pacífico. En la figª 1 del croquis adjunto (Nº II) la línea llena muestra la trazada sobre el terreno y la línea mixta la que une á los monumentos antiguos. El croquis está construído con una escala de 1/500000 para las absisas y 1/2000 para las ordenadas. Para hacer ver las inflexiones de la línea trazada en las partes donde fueron más pequeñas, otras dos figuras se han agregado exagerando más las ordenadas.

La recta trazada de la estación 8 á la estación 19 (figª 2) fué prolongada á partir del punto 8 por una serie de alineamientos á cortas distancias, como el terreno lo permitía, hechos con el altazimut de 12 pulgadas.

Para los alineamientos y ángulos medidos en el resto de la línea, se empleó un altazimut de "Troughton & Simms" de 8 pulgadas.

Todos los monumentos encontrados fueron referidos á la línea trazada, por medio de sus coordenadas polares, tomadas á partir del punto más próximo.

Entre las estaciones de alineamiento principal, marcadas en el croquis, otros puntos fueron alineados en todos los lugares dominantes de la manera como se hizo en la línea de Sonora. Las medidas fueron hechas con cinta de acero, telémetro ó por triangulación según se juzgó más conveniente. Los monumentos nuevos fueron intercalados en la línea de monumento á monumento antiguo. Al efecto se calcularon las coordenadas de los puntos de inflexión respecto á las rectas que unen dos á dos los monumentos, para reducir en seguida con una simple interpolación por partes proporcionales, la ordenada correspondiente á un punto cualquiera de la línea trazada.

Dos azimutes se observaron en esta línea, uno cerca del Monumento VI y otro frente al al Monumento IV para comprobar la línea trazada entre esos puntos.

Los detalles relativos á la manera de practicar las observaciones de azimut, alineamientos y medidas se omiten en esta parte por ser iguales á los descritos al tratar de la línea azimutal de Sonora.

Estación de azimut junto al Monumento VI en una colina cerca de la margen derecha del Río Colorado. Observador, el que subscribe.—Instrumento, altazimut de 12 puls. de "Troughton & Simms."

Estación.	Azimut.
	° ′ ″
60,0 metros al Oeste del Monumento VI en la línea de este Monumento al antiguo Monumento de la confluencia.	0 59 18,96 N. O.
	20,25
	22,07
	19,31
Promedio	0 59 20,15 ± 0.46″
Áng. entre la señal y el Monumento de la Confluencia.....	86° 28′ 36,7″
Azimut del Monumento de la Confluencia.....	85° 29′ 16,55″
Convergencia de Estación á Monumento de la Confluencia....	1,25
Azimut en Monumento VI, de Monumento de la Confluencia..	85° 29′ 17,80″ N. E.

Estación de azimut frente al Monumento IV de Río Nuevo. El mismo observador y el mismo instrumento.

Estación.	Azimut.
	° ′ ″
1,19 ms. Al N. de la estación de alineamiento 19.	85 4 48,0 S. O.
	46,8
	42,8
	41,1
	44,4
	44,2
	45,5
	44,9
Promedio	85 4 44,7 ± 0,51″
Corrección para tener el azimut de Estn 16 en Estn 19	31,62
Azimut en Estn 19 de Estn 16	85° 4′ 13,08″

Comparación de los azimutes observados en las estaciones anteriores.

Azimut en Monumento VI de la prolongación de la línea de Monumento VI á Monumento de la Confluencia	85° 29′ 17,7 ″
Corrección para tener el azimut de una paralela á (Estn 8–Estn 19)	— 3,85
Azimut en Monumento VI de la paralela á (Estn 8–Estn 19)	85° 29′ 13,85″
Convergencia de monumento á Estn 19	25 5,95
Azimut de Estn 16, tomado en Estn 19	85° 4′ 7,90″
Azimut observado	85 4 13,08
Error de azimut	5,18″

Distancias entre los vértices de la línea poligonal trazada.

Monumento VI		—	Estación	8	14700 metros
Estación	8	—	„	19	58900 „
„	19	—	„	10	54864 „
„	10	—	„	29	57538 „
„	29	—	„	33	15633 „
„	33	—	„	2	22483 „
„	2	—	Monumento	1	1764 „

Para terminar con lo relativo á las líneas de Sonora y California, vamos á indicar como se obtuvieron las valores finales de los azimutes de las líneas de monumento á monumento, de los antiguos existentes, y sus diferencias de latitud y de longitud; y por la conexión que con esto tiene, diremos como se hizo el ajuste de las distancias á las longitudes astronómicas de los extremos y al azimut de la línea 127–204, deducido de los azimutes observados.

LÍNEA DE SONORA.

Con el azimut del Monumento 129 (XVIII) en el 127 (extremo del paralelo 31° 20′), los ángulos de las líneas que unen dos á dos los monumentos y las distancias entre éstos, después de ajustadas á las posiciones astronómicas de los extremos (según lo convenido por la Comisión Internacional), se calcularon los azimutes de las líneas de monumento á monumento hasta el 175 (VI). Se comparó en seguida el azimut en éste del 168 (IX), deducido de la observación en Quitovaquita y la diferencia que fué de 25.3″ se repartió por partes iguales entre todos los ángulos observados, y con éstos ya corregidos se obtuvieron después los azimutes definitivos. El azimut en 175 del 204 (II) se había ya ajustado con el observado en el último para corregir el alineamiento hecho entre esos dos puntos.

Con los azimutes así obtenidos, que son los que definen la línea, se calcularon luego las diferencias de posiciones astronómicas entre todos los monumentos antiguos.

Las posiciones astronómicas empleadas en el cálculo de la distancia del Monumento 127 al 204 fueron:

$$127 \begin{cases} \varphi = 32^\circ\ 19'\ 59.28'' \\ L = 111^\circ\ 4'\ 34.31'' \end{cases}$$

$$204 \begin{cases} \varphi' = 32^\circ\ 29'\ 1.00'' \\ L' = 114^\circ\ 46'\ 48.70'' \end{cases}$$

El azimut en 127 de 204 y la distancia deducida con esos datos son:

$$K = 372830{,}7\text{m}$$
$$Z = 110^\circ\ 58'\ 45.8''$$

Con esta distancia y el azimut deducido del trazo que es:

$$Z = 111^\circ\ 00'\ 04.4''$$

se obtuvo para 204 la posición siguiente, partiendo de la posición astronómica del 127.

$$204 \begin{cases} \varphi' = 32^\circ\ 29'\ 5.12'' \\ L' = 114^\circ\ 46'\ 47.00'' \end{cases}$$

La diferencia entre estos resultados de la latitud y la longitud de 204 y las astronómicas, corresponde á la diferencia entre los azimutes dados arriba.

Habiéndose juzgado lo más conveniente no alterar los valores de las longitudes astronómicas ni los de los azimutes observados, se corrigieron las distancias del 127 al 204 por la diferencia de 1.70″ entre los dos valores de la longitud de 204, dados antes.

Esta corrección se repartió en seguida proporcionalmente entre las distancias de todos los monumentos. Después con los valores de las distancias así corregidas y los azimutes que ya se tenían, se calcularon las diferencias de latitud y de longitud entre todos los monumentos.

Hechas las operaciones anteriores, se dieron los valores siguientes como longitud definitiva á los monumentos 127 y 204

$$127 \quad L = 111^\circ\ 4'\ 34.45''$$
$$204 \quad L' = 114^\circ\ 46'\ 48.64''$$

por lo que hubo necesidad de cambiar de nuevo las distancias, pero los cambios habiendo sido muy pequeños no se creyó necesario cambiar las diferencias de latitud.

Por último notaremos que cuando se ajustaron las distancias á las posiciones astronómicas, se adoptó para distancia del monumento 204 al 191, 73519,68m. obtenida por la triangulación de Yuma, ajustándose á ese valor las de los monumentos comprendidos entre ellos; las de los monumentos desde 127 al 191 se ajustaron á la diferencia entre 73519,69m. y 372841,53m. distancia astronómica del 127 al 204 reducida á la línea quebrada de los monumentos; pero en los ajustes posteriores las diferencias se repartieron desde el 127 al 204 proporcionalmente á las distancias.

LÍNEA DE CALIFORNIA.

En este línea, no habiendo tomado directamente los ángulos de las líneas de monumento á monumento, se comenzó por deducirlos con los elementos que hemos dado atrás, calculando primero las ordenadas respecto á la línea del Monumento 207 (VI) al antiguo de la confluencia.

Los azimutes observados en los Monumentos VI y IV concordando bastante bien, según se puede ver en los datos arriba dados, no se creyó necesario modificar los ángulos observados. Teniendo ya los ángulos de las líneas de monumento á monumento y el azimut de una de estas líneas, se procedió exactamente lo mismo que en la línea de Sonora.

Dijimos que se había juzgado lo más conveniente al ajustar las latitudes, longitudes y azimutes observados, conservar estos dos últimos elementos, adoptando el valor de la diferencia de latitud que de ellos resulta. En efecto, si se hubiesen adoptado las latitudes y los azimutes, la diferencia de longitudes deducida de estas difiere de la astronómica 13″ próximamente; con la longitud y latitud astronómica el azimut deducido difiere, como puede verse por los resultados que hemos dado más de 1′, mientras que con la longitud y el azimut, la diferencia de latitudes deducida difiere de las astronómicas sólo 4″, lo que es muy explicable por las desviaciones de la vertical; además, la distancia obtenida de este modo difiere de la medida directa en menos de 1/3000.

Podría también haberse hecho el ajuste, modificando á la vez los tres elementos, pero no hay nada que nos indique la proporción en que deben modificarse.

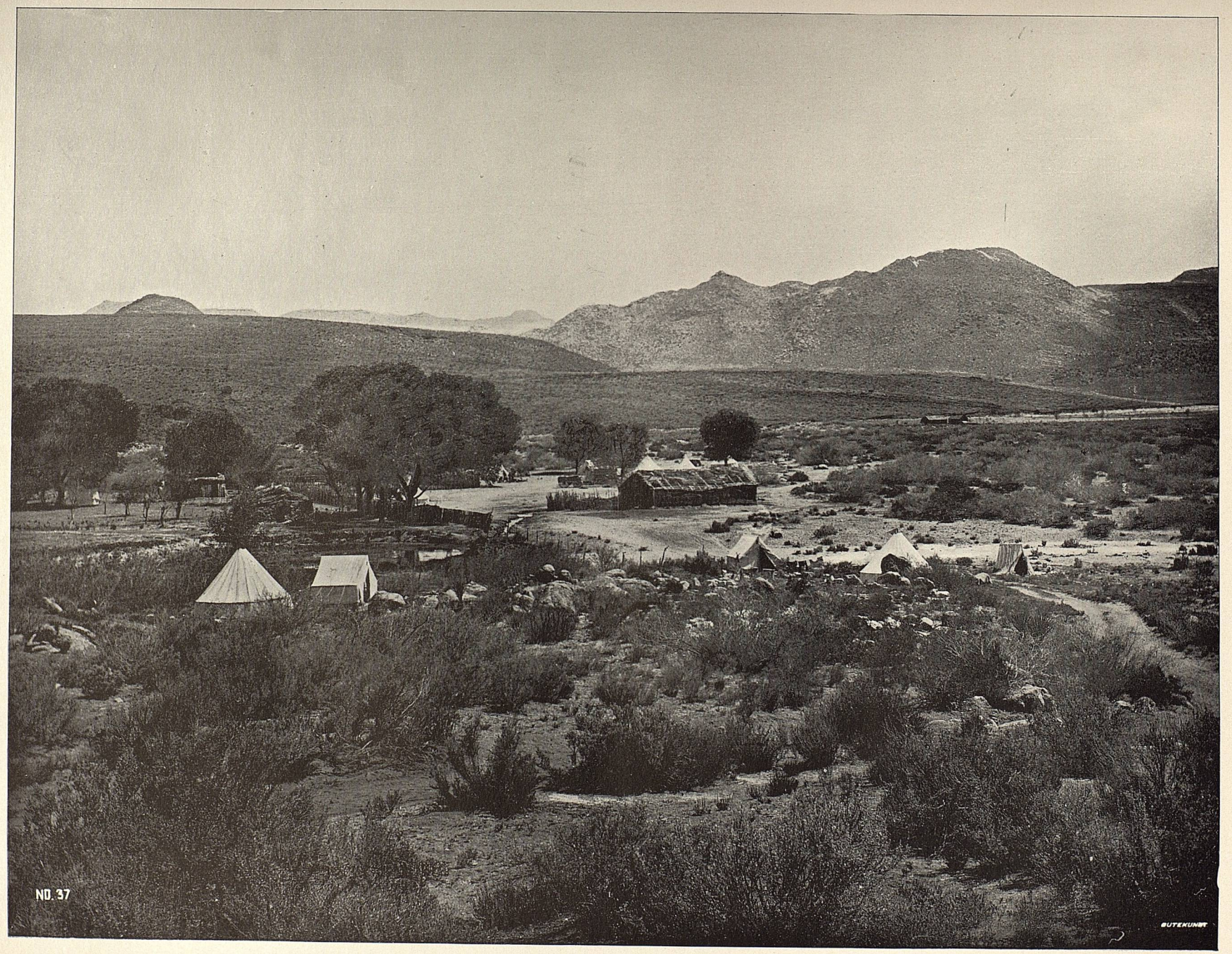
Con las diferencias de latitud y de longitud de los monumentos consecutivos y los azimutes de las líneas que los unen, apoyándose en las latitudes medias que más adelante se encuentran, se formaron las tablas de las páginas 109 y 110, de la Memoria Internacional, tomando antes el promedio de nuestros resultados con los de la Sección Americana.

Una vez teniendo las posiciones relativas de todos los puntos que definen la línea, no faltaba mas que combinar las posiciones astronómicas para tener su posición absoluta y poderlos situar en las cartas.

Habiendo sido ajustados los resultados de los trazos á la diferencia de longitudes astronómicas, es claro que basta tener la longitud de uno cualquiera de esos puntos para tener las de todos los demás; pero no sucede lo mismo con las latitudes, pues con cada latitud observada se obtiene para cada punto un resultado diferente. Por esto se convino en adoptar, para latitud de cada estación, el promedio de los resultados obtenidos con las latitudes de todas las demás estaciones y las diferencias correspondientes de latitud deducidas por el trazo. Á este valor se ha llamado latitud media.

Esto no quiere decir por supuesto, que se consideren las latitudes medias como los valores más probables de la latitud de un punto. Se han adoptado para la situación de los puntos en las cartas, porque no se tenía motivo que indujera á adoptar de preferencia, alguna de las latitudes observadas como punto de partida para deducir las otras, y como la manera de conseguir que las latitudes de los puntos en la carta difiriesen lo menos posible de las latitudes observadas.

Á continuación damos una tabla que indica la manera como se obtuvieron las latitudes medias con las astronómicas y las diferencias de latitud deducidas del trazo.



Campamento de la Sección Mexicana en Agua Caliente, en el Río de Tijuana.

Puntos.	Difª de Latitud con Monumento 53.	Latitud Astronómica A	Latitudes que resultan para Monumento 53.	Latitudes Medias G	G — A
	′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	
Monumento I.....	27 01.89	31 46 59.40	31 19 57.51	31 46 61.35	1.95 +
Est. Ast. 2 (Mex.)....	01.47	60.88	59.41	60.95	0.07 +
Monumento 15.....	1.06	60.34	59.28	60.54	0.20 +
,, 21.....	1.14	58.85	57.71	60.62	1.77 +
,, 26.....	1.08	58.08	57.00	60.56	2.48 +
,, 40.....	1.11	59.70	58.59	60.59	0.89 +
,, 53.....	0.00	61.79	61.79	31 19 59.48	2.31 —
Est. Ast. 6 (E. U.)....	— 0.21	57.94	58.15	59.27	1.33 +
Monumento 64.....	— 0.09	62.60	62.69	59.39	3.21 —
,, 67.....	— 3.96	56.86	60.82	55.52	1.34 —
,, 77.....	2.03	58.99	56.96	61.51	2.52 +
Est. Ast. Mex. 7*	1.37	59.65	58.28	60.85	1.20 +
,, ,, 9 (E. U.)....	3.41	66.07	62.66	62.89	3.18 —
Monumento 98.....	2.65	63.02	60.37	62.13	0.89 —
,, 111.....	— 1.65	57.58	59.23	57.83	0.25 +
,, 122.....	— 2.45	60.75	63.20	57.03	3.73 —
,, 204.....	69 02.69	32 29 01.00	58.31	32 29 02.16	1.16 +
Yuma.....	83 36.38	32 43 34.69	58.31	32 43 35.85	1.16 +
Monumento 258.....	72 01.53	32 32 01.34	59.81	32 32 01.01	0.33 —
		Promedio =	31 19 59.48	Suma =	+14.98
					—14.99
					0.01 —

*La latitud correspondiente al punto Est. Ast. 7. Mex. corresponde á la mojonera que el Sr. Valle había tomado como Monumento XX.

El modo de formar la tabla anterior hasta la columna 4 no necesita explicación ; una vez obtenida la latitud media del Monumento 53 (XI), se obtienen las de los demás, tomando algebraicamente la diferencia entre dicha latitud y las cantidades de la columna 2.

La última columna de la tabla contiene la diferencia entre la latitud media y la astronómica, lo que se ha llamado error de estación, y dicha cantidad da idea de las desviaciones de la vertical á lo largo de la línea. La diferencia entre los errores de estación de dos puntos da la diferencia entre las desviaciones que en ellos sufre la vertical y como se ve en la tabla anterior las mayores diferencias se encuentran en la parte comprendida entre los Monumentos 53 al 122, esto es en la parte más montañosa de la línea.

Tomando como punto de partida las latitudes medias de la tabla anterior, se calcularon valiéndose de las diferencias de latitud obtenidas por el trazo, las tablas de las páginas 107 á 110 de la Memoria Internacional. En las líneas azimutales de Sonora y de California se pusieron únicamente las latitudes medias de los monumentos antiguos existentes. Lo mismo habría bastado en rigor en los paralelos atendiendo á la manera como los nuevos monumentos fueron intercalados entre los antiguos.

NOTA SOBRE LAS FÓRMULAS PARA CALCULAR LAS DIFERENCIAS DE POSICIONES GEOGRÁFICAS.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de las diferencias de posición geográfica entre dos puntos, conocidos su distancia y el azimut de uno de ellos tomado desde el otro, son las siguientes:

Sean: φ y L la latitud y longitud del punto A.
„ φ „ L' „ „ „ „ „ B.
K la distancia de A á B; y
U el azimut de B en A contado de N. á O.

Se tiene:

$$\varphi' - \varphi = \text{B. K. cos U} - \text{C. K.}^2 \text{ sen}^2 \text{ U} - \text{B. K. cos U. E. K.}^2 \text{ sen}^2 \text{ U} - \overline{(\triangle\ \varphi)}^2 \text{ D}$$

$$L' - L = \frac{\text{K. A. sen U}}{\cos \varphi'}$$

$$\text{U} = 180 + \text{U} + \frac{(L' - L).\ \text{sen}\ \frac{1}{2}(\varphi' - \varphi)}{\cos \frac{1}{2}(\varphi' - \varphi)}$$

En las que: $\text{A} = \dfrac{1}{\text{N. sen}1''}$; $\quad \text{B} = \dfrac{1}{\rho\ .\text{sen}1''}$;

$$\text{C} = \frac{0.5}{\rho\ .\text{N. sen}1''} \qquad \text{E} = \frac{1 + 3\ \text{tang}^3 \varphi}{6.\text{N}^2}$$

$$\text{D} = \frac{\frac{3}{2}\ \text{e. sen}\ \varphi\ .\cos \varphi}{1 - \text{e}^2.\ \text{sen}^2\ \varphi}$$

$(\triangle\ \varphi)$ es el valor de $\varphi' - \varphi$ calculado con los tres primeros términos.

Las cantidades A, B, ... D. dependen de la latitud y se las encuentra tabuladas de 1′ en 1′ en el Apéndice á la Memoria del *Coast and Geodetic Survey*, correspondiente á 1884. Las constantes del elipsoide empleadas en dicha obra, son las de Clarke.

Las fórmulas anteriores se encuentran desarrolladas en la obra antes citada, y son semejantes á las que da el Sr. Díaz en las páginas 140 y 144 de su tratado de Geodesia y Astronomía Práctica; la diferencia consiste solamente en la introducción del término $\overline{(\triangle\ \varphi)}^2$ D para reducir el valor obtenido con los otros tres términos á lo que sería si se hubiese empleado el valor del radio de curvatura correspondiente á la latitud media en lugar de emplear los valores de B, C y E correspondientes á dicha latitud, que es el camino que sigue el Sr. Díaz.

Hemos preferido el empleo de las fórmulas dadas arriba porque son más rigurosas que las que da el Sr. Díaz y aunque en líneas cortas sea indiferente el empleo de una ú otra, no sucede lo mismo en tratándose de líneas tan extensas como las de Sonora y California.

Para resolver el caso inverso, es decir determinar la distancia entre dos puntos y el azimut de uno de ellos en el otro partiendo de sus posiciones astronómicas, se ha seguido el procedimiento que sigue el mismo Sr. Díaz en la obra ya citada en el capítulo sobre el trazo de líneas extensas, y que consiste en calcular por medio de las posiciones dadas los valores de K.senU y K.cosU, deduciendo en seguida de éstos los valores de K y de U; pero atendiendo á la extensión de las líneas, no se limitó la aproximación al segundo término de la fórmula sino que se calculó también el tercero, sirviéndose de valores aproximados de K y de U, y el cuarto término con el valor de $(\varphi' - \varphi)$. Además en el cálculo de k.senU se empleó la fórmula:

$$\text{sen}\ (L' - L) = \frac{\text{sen (AK).senU}}{\cos \varphi'}$$

más rigurosa que la dada arriba, la que no es mas que una aproximación de ésta; al efecto se dió la forma:

$$\frac{(L' - L)\ \text{sen}\ (L' - L)}{L' - L} = \frac{\text{sen (A.K)} \left(\dfrac{\text{sen (A.K)}}{\text{A.K}}\right).\text{senU}}{\cos \varphi'}$$

El logaritmo de $\left(\dfrac{\text{senAK}}{\text{AK}}\right)$ se puede calcular con valores aproximados de K pues varía muy poco. Importante es y mucho en este cálculo tener cuidado de tomar el valor de A correspondiente á la latitud y no al promedio de φ y φ', pues si se tomase éste podrían obtenerse errores sensibles.

Para cerciorarnos de la exactitud de los resultados obtenidos de la manera que acaba de indicarse, hemos empleado otras fórmulas deducidas siguiendo un camino enteramente distinto y de las que vamos á dar una idea.

Sea c la cuerda que une los puntos A y B, R_o el radio de curvatura medio de la sección en el elipsoide del plano normal en A y que pasa por B. Se tendrá evidentemente:

$$K = c + \frac{c^3}{24\,R_m^2}$$

En efecto si llamamos R_a el radio de curvatura de la sección en A, y R_b el mismo en B, se tendrá que K está comprendido entre

$$c + \frac{c^3}{24.R_a^3} \qquad c + \frac{c^3}{24.R_b^2}$$

y tomando el promedio R_o de R_a y R_b se tendrá un valor de K que difiera del verdadero menos de la diferencia entre los dos últimos términos. Para ver hasta donde puede llegar el error que se cometa de esta manera, basta considerar que aun en la más exéntrica de todas las secciones normales al elipsoide como una sección meridiana, la diferencia entre dos valores de R correspondientes á dos puntos distantes 3 grados no pasa de $\frac{1}{1800}$ del valor de R; ahora bien $\frac{1}{1800}$ en R produce en K un error para K = 300000 de menos de 0,04m. Para calcular la cuerda c se siguió el procedimiento que vamos á indicar. Tomemos por plano de las zy el plano meridiano del punto A y por eje de las z la línea de los polos; tendremos entonces llamando α el ángulo que hace la proyección de c sobre el plano de las xy con el eje de las y, y d la longitud de la proyección

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{x'-x}{y'}; \qquad d = \frac{y'}{\cos\alpha}$$

y llamando β el ángulo de la cuerda con el plano de las xy

$$\text{Tang}\ \beta = \frac{z'-z}{d}; \quad c = \frac{d}{\cos\beta}. \quad \text{Para obtener } \alpha \text{ y } \beta$$

encontramos sustituyendo por x, z, é y, sus valores en función de φ y de la normal

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{2\text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi-\varphi')\ \text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi+\varphi') - 2\cos\varphi'\ \text{sen}^2\tfrac{1}{2}L - \dfrac{dN}{N\cos\varphi}}{\cos\varphi'\ \text{sen}\ L}$$

$$\text{tang}\ \beta = \frac{2N'(1-e^2)\ \text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi'-\varphi)\ \cos\tfrac{1}{2}(\varphi'+\varphi)}{d} - \frac{dN(1-e^2)\ \text{sen}\varphi}{d}$$

$$d = \frac{N'\ \text{sen}L\ \text{sen}\varphi'}{\cos\beta}; \qquad c = \frac{d}{\cos\beta}$$

Empleando el mismo método de las coordenadas se encuentra una fórmula adaptable fácilmente para el cálculo del azimut, pero se consigue más fácilmente aún de la manera siguiente: En la figura adjunta, se tiene:

$$\text{tang}\ \tfrac{1}{2}(z-z') = \frac{\cos\tfrac{1}{2}(\varphi-\varphi_1')}{\text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi+\varphi_1')}.\ \cot\tfrac{1}{2}(L-L')$$

$$\text{tang}\ \tfrac{1}{2}(z-z') = \frac{\text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi-\varphi_1')}{\text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi+\varphi_1')}.\ \cot\tfrac{1}{2}(L'-L)$$

$$\text{sen}\ \theta = \frac{\text{sen}\varphi}{\text{sen}z'}.\ \text{sen}\ (L'-L)$$

En las que φ_1' es el ángulo que hace con el ecuador la recta Bn tirada del punto B al pie de la normal del punto A y θ el ángulo de estas dos rectas. φ_1' se obtiene fácilmente de la manera siguiente. En la figura se tiene:

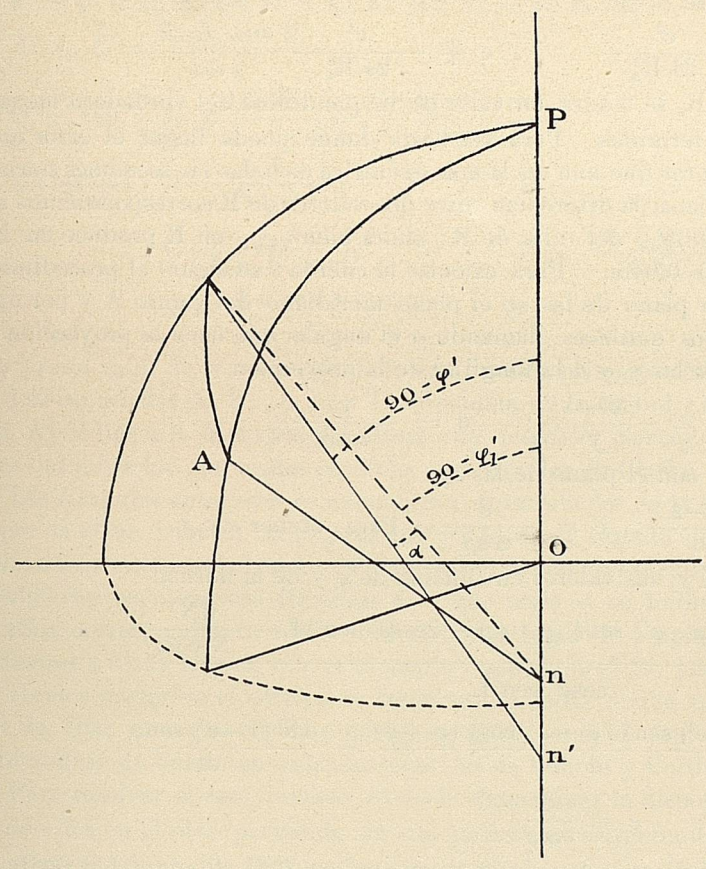
$$\varphi_1' = \varphi' - \alpha$$

$$\alpha = \frac{on' - on}{N\text{sen}1''}$$

$$on' - on = 2N'\ e^2\text{sen}\tfrac{1}{2}(\varphi'-\varphi)\ \cos\tfrac{1}{2}(\varphi'+\varphi) + (N-N').e.^2\ \text{sen}\varphi$$

Una vez obtenida θ se puede calcular fácilmente la cuerda c y deducir luego el valor de K como hemos dicho, pero hemos encontrado suficiente aún para líneas tan extensas como la de Sonora, tomar K = N. sen θ. Este valor es por otra parte el que se obtiene con las fórmulas que dimos al principio.

La diferencia entre los resultados obtenidos por las fórmulas que se acaban de desarrollar, rigurosas para los azimutes y que dan las distancias como hemos visto con una aproximación mayor de la que puede obtenerse con 7 cifras logarítmicas aun para líneas tan extensas como la de Sonora, no ha pasado de 0,″4 en los azimutes y las distancias han estado de acuerdo hasta los decímetros.



WÁSHINGTON, D. C., Junio 5 de 1896. = Firmado = Valentín Gama.
Es copia

WÁSHINGTON, D. C., *Octubre* 17 de 1896.

JACOBO BLANCO,
Ingeniero en Jefe.

Anexo No. VI.

ESTE DOCUMENTO HA SIDO DEPOSITADO EN LOS CIMIENTOS DEL MONUMENTO Nº 258 EL DÍA TRES DE OCTUBRE de 1894.

FUÉ LEVANTADO DICHO MONUMENTO ORIGINALMENTE POR LOS SEÑORES PEDRO GARCÍA CONDE Y JOSÉ SALAZAR ILARREGUI POR PARTE DE MÉXICO EL 10 DE OCTUBRE DE 1849 Y POR EL SR. MAYOR W. H. EMORY COMO COMISIONADO AMERICANO. FUÉ LABRADO Y LEVANTADO DE NUEVO BAJO LA DIRECCIÓN DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES ENTRE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS, LA CUAL HA RESTABLECIDO LA LÍNEA DIVISORIA DEL RÍO GRANDE AL OCÉANO PACÍFICO, SEGÚN LAS CONVENCIONES DE 29 DE JULIO DE 1882 Y FEBRERO 18 DE 1889, ERIGIENDO DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MONUMENTOS.

ESTE TRABAJO HA SIDO PRACTICADO POR PARTE DE MÉXICO DURANTE LA ADMINISTRACIÓN DEL Cº GRAL. PORFIRIO DÍAZ, PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, SIENDO MINISTRO DE FOMENTO EL SR. INGENIERO Dn MANUEL FERNÁNDEZ LEAL DE QUIEN HA DEPENDIDO DIRECTAMENTE LA COMISIÓN MEXICANA.

MIEMBROS ACTUALES DE LA COMISIÓN MEXICANA,

JACOBO BLANCO ..... INGENIERO EN JEFE.
VALENTÍN GAMA ..... ADJUNTO ASTRÓNOMO.
GASPAR MARTÍNEZ CEBALLOS ..... INGENIERO AUXILIAR.
LUIS R. SERVÍN ..... INGENIERO AYUDANTE,
MANUEL BANCALARI ..... INGENIERO AYUDANTE.
RODRIGO ELIZALDE ..... INGENIERO AUXILIAR.

SAN DIEGO, CALIFORNIA, OCTUBRE 3 de 1894.

JACOBO BLANCO,
INGENIERO EN JEFE.

ES COPIA
Wáshington, D. C., Noviembre 2 de 1896.

Anexo No. VII.

TRIANGULACIÓN EN NOGALES.

Se midió una base de 726 metros con cinta de acero de 25 mts. á 16 libras de tensión á lo largo de la vía del Ferrocarril de Sonora, y se apoyó en ella una cadena de cuadriláteros hasta el Monumento 127; no pudiendo por su situación topográfica hacer que fuese vértice de la cadena alguno de los puntos por ligar, se les situó por intersecciones desde los vértices más cercanos.

Los ángulos se midieron con un teodolito de "Troughton & Simms," de 8 pulgadas y de 1″ de aproximación, haciendo una vuelta de horizonte en cada posición del instrumento por no juzgar necesario más aproximación que la que se podía obtener de esta manera.

Uno de los vértices de la cadena fué el extremo de la 5ª tangente al paralelo 31° 20′. En este punto se tomó el ángulo de la tangente con uno de los lados de la cadena sirviéndose después de este dato para calcular la proyección de los lados de la cadena sobre la tangente y las ordenadas respectivas á ésta de los demás vértices; de las proyecciones de los lados y de las ordenadas se deducen fácilmente las diferencias de latitud y longitud. Á continuación damos una lista de los ángulos de los triángulos formados y las posiciones geográficas de los Monumentos XXVII (122) y extremo del paralelo 31° 20′ (127) partiendo de los resultados de latitud y longitud obtenidos para la estación de latitud.

La tabla siguiente contiene los datos de la triangulación:

TABLA DE ÁNGULOS.

Cuadrilátero 1 — 2 — N — S.

		°	′	″
Triángulo	S =	25	1	45,7
	N =	88	11	39,6
	1 =	66	46	41,5
		180	0	6,8

		°	′	″
Triángulo	S =	101	0	43,0
	N =	24	4	52,9
	2 =	54	54	17,8
		179	59	53,7

		°	′	″
Triángulo	S =	75	58	57,3
	1 =	26	35	37,2
	2 =	77	25	28,3
		180	0	2,8

		°	′	″
Triángulo	N =	64	6	46,7
	1 =	93	22	1,0
	2 =	22	31	18,8
		180	0	6,5

Cuadrilátero 1 — 2 — 3 — 4.

		°	′	″
Triángulo	1 =	102	6	22,4
	2 =	58	29	9,0
	3 =	19	24	22,2
		179	59	53,6

		°	′	″
Triángulo	1 =	62	18	27,8
	2 =	101	15	2,5
	4 =	16	26	15,7
		179	59	46,0

		°	′	″
Triángulo	1 =	39	47	53,5
	4 =	47	41	55,7
	3 =	92	30	12,9
		180	0	2,1

		°	′	″
Triángulo	2 =	42	45	53,8
	3 =	73	5	50,7
	4 =	64	8	11,4
		179	59	55,9

Cuadrilátero 3 — 4 — 5 — 6.

		°	′	″
Triángulo	3 =	100	59	50,2
	4 =	63	24	13,8
	5 =	15	35	46,0
		179	59	50,0
Triángulo	4 =	27	24	13,6
	5 =	73	33	42,2
	6 =	79	1	50,0
		179	59	45,8

		°	′	″
Triángulo	3 =	73	35	12,0
	4 =	90	48	27,4
	6 =	15	36	5,4
		179	59	44,8
Triángulo	3 =	27	24	38,2
	5 =	89	9	31,9
	6 =	63	25	45,1
		179	59	55,2

Cuadrilátero 5 — 6 — 7 — T.

		°	′	″
Triángulo	5 =	102	19	31,4
	6 =	62	8	49,2
	7 =	15	31	41,2
		180	0	1,8
Triángulo	6 =	13	43	22,0
	7 =	35	1	16 9
	T =	131	15	33,9
		180	0	12,8

		°	′	″
Triángulo	5 =	83	14	49,0
	6 =	75	52	11,5
	T =	20	53	14,4
		180	0	14,9
Triángulo	5 =	19	4	42,5
	7 =	50	32	58,5
	T =	110	22	19,6
		180	0	0,6

Triangulación secundaria.

		°	′	″	
Triángulo 3, 4, B	3 =	97	59	39,8	
	4 =	31	37	51,5	
	B =	50	22	16,2	
Triángulo 3, 4, 22	3 =	98	6	57,6	
	4 =	56	18	24,3	
	21 =	35	34	38,1	
Triángulo B, 1, 4	B =	116	21	22,5	
	1 =	47	34	31,1	Deducido.
	4 =	16	4	6,4	
Triángulo B, 1, a	B =	36	7	0	
	1 =	13	20	32	
	a =	130	32	28	
Triángulo B, 1, 20	B =	122	40	30	
	1 =	4	40	20	
	20 =	52	39	10	

Triángulo A, 20, 1	1 =	11	16	10	Deducido.
	20 =	77	14	0	
	A =	91	29	50	
Triángulo T, 127, 7	7 =	3	31	35,4	
	T =	59	0	34,2	
	127 =	117	27	50,4	

Los puntos 20 y 21 son estaciones de alineamiento de la 5ª tangente.

El punto T es el extremo de la 5ª tangente.

El punto A está en el meridiano de la estación de longitud y á 2,22 metros al S. y 1.28 al E. de la estación de latitud.

El punto *a* está situado 5,42 mtrs. al W. y 3,16 al S. del Monumento 122.

127 es el monumento extremo del paralelo 31° 20′.

Ángulo de la tangente con el lado T — 5 de la triangulación = 2° 40′ 21.9″.

Puntos.	Latitud.	Longitud.
Estn. Astª. de Latitud	31° 20′ 5,03″	110° 56′ 24,20
Monumento XXVII (122)	31 20 0,97	110 56 30,71
Extremo paralelo (127)	31 19 59.52	111 3 30,44

Wáshington, D. C., Junio 10 de 1896. = Firmado = Valentín Gama.

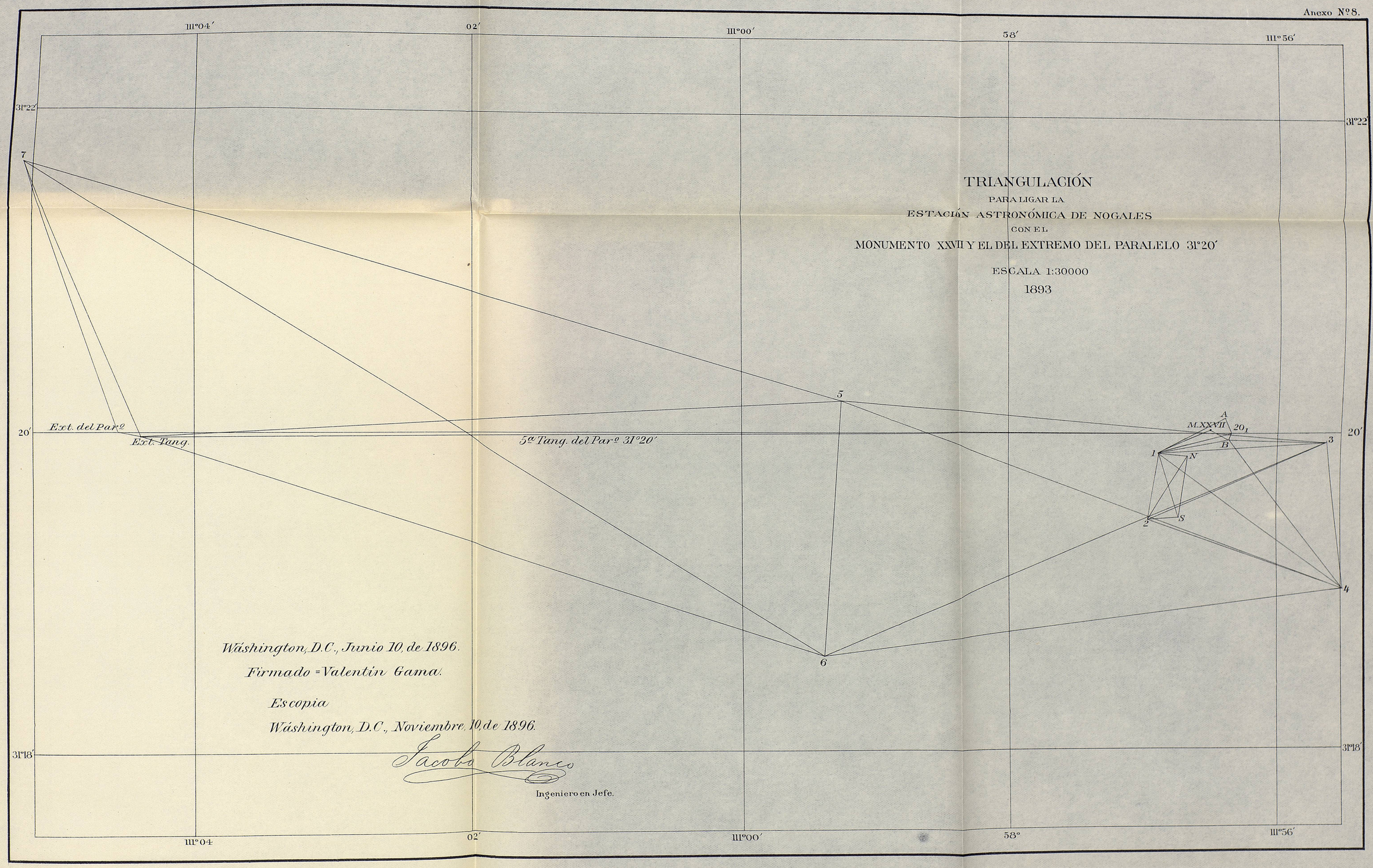
Es copia

Wáshington, D. C., Octubre 20 de 1896.

Jacobo Blanco,
Ingeniero en Jefe.

Nogales, Vista al Nordeste.

Anexo Nº 8.



TRIANGULACIÓN

PARA LIGAR LA

ESTACIÓN ASTRONÓMICA DE NOGALES

CON EL

MONUMENTO XXVII Y EL DEL EXTREMO DEL PARALELO 31º20′

ESCALA 1:30000

1893

Wáshington, D.C., Junio 10, de 1896.

Firmado = Valentín Gama.

Es copia

Wáshington, D.C., Noviembre 10, de 1896.

Jacobo Blanco

Ingeniero en Jefe.

Anexo No. IX.

TRIANGULACIÓN DE YUMA PARA LIGAR EL MONUMENTO II DE LA LÍNEA DE SONORA CON LA ESTACIÓN ASTRONÓMICA DE YUMA, Y EL ANTIGUO MONUMENTO DE LA CONFLUENCIA DEL GILA Y EL COLORADO.

BASE.

Se midió la base con una cinta de acero de 20 metros de longitud, que se comparó antes y después de la medida con un metro patrón de madera. La cinta se mantuvo durante la medida á una tensión constante é igual á la con que se hizo la comparación.

La medida de la base se dividió en dos partes: del extremo Oeste hasta un punto (A) situado cerca del extremo Este, con cinta de acero; y del punto (A) al extremo Este, que se encontraba bastante alto con relación al terreno donde se midió la base, por medio de un pequeño triángulo con uno de sus lados de 40 metros, medidos perpendicularmente á la dirección de la base.

La medida de (A) á extremo Oeste se repitió dos veces obteniéndose una diferencia entre las dos medidas de 0m. 43 = 1/50000 de la longitud, próximamente.

Temiéndose que el metro patrón empleado en la comparación de la cinta de acero hubiese sufrido alguna alteración á causa del cambio de clima, se le comparó posteriormente con la cinta de acero de la Comisión Geográfica Exploradora, adoptándose la longitud resultante de esa comparación.

La longitud total de la base, desde el extremo Oeste al extremo Este, tomando el promedio de las dos medidas resultó de 2203,39 metros.

ÁNGULOS.

Los ángulos se midieron con un teodolito de "Fauth" de 8 pulgadas con dos vernieres y aproximación de 5″. Los primeros ángulos se tomaron por repetición; pero viendo que este método requería mucho tiempo y que los resultados no diferían mucho de los que se obtenían por reiteración, se empleó después este último método, haciendo en cada vértice vueltas de horizonte. Todos los ángulos fueron medidos en las dos posiciones del instrumento y casi todos en dos posiciones del índice, distantes 90 grados.

Las señales empleadas consistían en postes de madera de 2 á 3 metros con un cuadrado de lienzo blanco y rojo cerca de su extremo.

ORIENTACIÓN.

Para la orientación de los lados y determinación de las diferencias de latitud y longitud de los vértices, se partió del azimut de la línea de Sonora á Monumento II que fué también vértice de la triangulación.

Después de concluída esta triangulación, al trazar la línea de California, se la ligó con la línea de la confluencia al Monumento VI, cuyo azimut fué determinado, pudiéndose de esta manera tener otro valor para los azimutes de los lados; comparados los dos valores se encontraron diferencias

bastante cortas para que se juzgase necesario hacer un nuevo ajuste de la triangulación, habiéndose limitado á adoptar el azimut que se deduce de los de partida, por medio de menor número de ángulos.

Constan en seguida los datos y resultados de esta triangulación:

Base.....2203 ms. 39 c.

(TABLA DE ÁNGULOS.)

Triángulos.	Ángulos medidos.	Suma.	Ángulos Corregidos.
	E = 55 21 6		55 21 2
E, O, A.....	O = 53 7 9	180 0 14	53 7 5
	A = 71 31 59		71 31 53
	E = 70 21 32		
E, O, 9.....	O = 85 4 3	180 0 0	Deducido.
	9 = 24 34 25		
	P = 28 43 53		28 43 54
P, A, 9.....	A = 86 58 6	179 59 58	86 58 6
	9 = 64 17 59		64 18 0
	A = 69 44 42		69 44 45
A, P, II.....	P = 85 42 43	179 59 53	85 42 46
	II = 24 32 28		24 32 29
	E = 8 54 53		8 54 47
A, E, B.....	A = 160 8 7	180 0 17	160 8 2
	B = 10 57 17		10 57 11
	A = 17 37 26		Deducido.
A, B, Mon? Confluencia.....	B = 87 12 8		
	M? C.ª = 75 10 26	180 0 0	
	A = 142 30 41		
A, E, Mon? Confluencia.....	E = 17 5 13	180 0 0	Deducido.
	M? C.ª = 20 24 6		
	A = 6 33 30		
A, B, Yuma.....	B = 138 16 23		
	Yuma = 35 10 7	180 0 0	Deducido.

Tabla de las posiciones geográficas de los vértices de la triangulación hecha para ligar la Estación Astronómica de Yuma con el Monumento II.

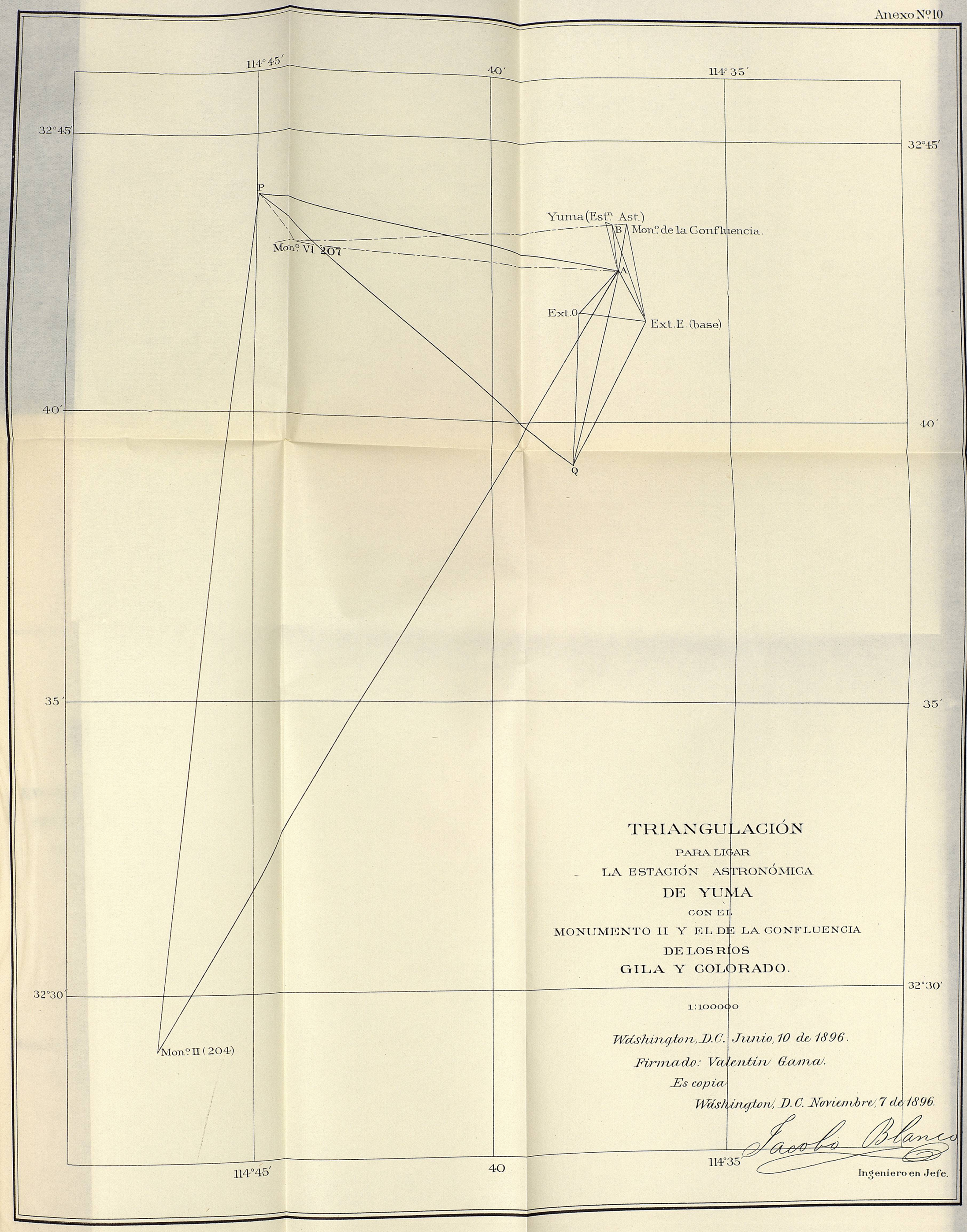
Estación.	Latitud.	Longitud.	á Estación.	Distancia.	Azimut.	
					Directo.	Inverso.
	° ′ ″	° ′ ″		m.	° ′ ″	° ′ ″
Yuma.....	32 43 34,22	114 37 30,45	A	1750,9	346 11 28	166 11 37
A.....	32 42 39,02	114 37 14,40	Eº E. base	1858,1	332 53 13	152 53 30
Exº E. base.....	32 41 45,33	114 36 41,89	Eº O. base	2203,4	97 32 28	277 31 43
Exº O. base.....	32 41 54,72	114 38 5,73	A	1911,0	224 24 38	44 25 6
Mº II (204).....	32 29 0,15	114 46 55,90	P	27689,0	186 25 39	6 26 43
P.....	32 43 53,37	114 44 56,85	A	12258,6	280 43 56	100 48 6
A.....	32 42 39,02	114 37 14,40	Mº II	29431,4	31 3 21	210 58 8
Mto Confa.....	32 43 29,03	114 37 3,57	A	1565,5	10 22 38	190 22 32
Mº VI (207).....	32 43 1,34	114 44 1,64	Mto Ca	10920,4	265 29 18	85 33 4
9.....	32 39 12,88	114 38 14,40	A	6539,8	193 49 28	13 50 0
1.....	32 39 1,19	114 44 3,94	Mº VI	60,0	265 29 17	85 29 18
1.....	32 39 1,19	114 44 3,94	A	10687,4	273 38 3	93 41 44
B.....	32 43 27,84	114 37 21,74	Mto Ca	474,6	265 32 56	85 33 4

WÁSHINGTON, D. C., Junio 10 de 1896. = Firmado = Valentín Gama.

Es copia.

WÁSHINGTON, D. C., Octubre 20 de 1896.

JACOBO BLANCO,
Ingeniero en Jefe.


114° 45′
40′
114° 35′
32° 45′
32° 45′
P
Yuma (Estn. Ast.)
B
Mon.º de la Confluencia.
Mon.º VI 207
A
Ext. O
Ext. E. (base)
40′
40′
Q
35′
35′
TRIANGULACIÓN
PARA LIGAR
LA ESTACIÓN ASTRONÓMICA
DE YUMA
CON EL
MONUMENTO II Y EL DE LA CONFLUENCIA
DE LOS RÍOS
GILA Y COLORADO.
32° 30′
32° 30′
1:100000
Mon.º II (204)
Wáshington, D.C. Junio, 10 de 1896.
Firmado: Valentin Gama.
Es copia
Wáshington, D.C. Noviembre, 7 de 1896.
Jacobo Blanco
Ingeniero en Jefe.
114° 45′
40
114° 35′

Anexo No. XI.

RESEÑA DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

ENCOMENDADOS Á LA SECCIÓN COMPUESTA DEL QUE SUBSCRIBE, Y LOS CAPITANES 1º Y 2º DE CABALLERÍA TOMÁS NOVOA Y MANUEL ALVARADO, PARA DETALLAR UNA ZONA DE DOS Y MEDIA MILLAS AL SUR DE LA LÍNEA DIVISORIA ENTRE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS, COMPRENDIDA DESDE EL MONUMENTO 111 HASTA EL 258 INCLUSIVE.

Marzo de 1894 á Abril de 1895.

INSTRUCCIONES DE LA DIRECCIÓN.

El artículo VIII del Plan de Operaciones convenido en Ciudad Juárez el día 21 de Noviembre de 1891, con el Sr. Ingeniero en Jefe de la Sección Americana de la Comisión Internacional, dice como sigue:

"Art. VIII.—Además del trabajo astronómico y geodésico expresado ya, cada sección de la " Comisión de Límites hará un plano de la zona adyacente en su territorio respectivo, y en una " extensión de dos y media millas. Al plano así obtenido, se agregarán diseños y fotografías, " principalmente en las inmediaciones de los monumentos, á fin de que sus posiciones queden " definidas con mayor exactitud."

El trabajo á que se refiere la primera parte de este artículo, es el que esencialmente se encomienda á Ud. ahora, poniendo á sus órdenes, al efecto, á los CC. Ingenieros Capitán 1º de Caballería Tomás Novoa y Capitán 2º de la misma arma Manuel Alvarado.

Se servirá U., por consiguiente, alistarse á la mayor brevedad posible para el desempeño de esa comisión, bajo las siguientes instrucciones generales:

1ª Entre las dos líneas azimutales que del Río Colorado parten, la una en Sonora hacia el Este y la otra en California hacia el Oeste, el límite entre las dos Naciones fué el centro del canal más profundo de dicho río. La demarcación final del límite en esa sección corresponderá definitivamente á la nueva Comisión Internacional que actualmente se encuentra practicando trabajos análogos en el Río Grande. Nosotros, sin embargo, deberemos tomar todos los datos posibles, y al efecto levantará U., el plano de las dos márgenes del río en esa sección y de las islas é islotes comprendidos entre dichas márgenes.

Además, en el territorio mexicano habrá que levantar, según el artículo antes citado, una zona que comprenda 2 1/2 millas contadas transversalmente desde la margen derecha y en toda la longitud expresada, entre las dos líneas azimutales.

2ª Los métodos topográficos que emplee U., para el trabajo anterior quedan á su discreción, siguiendo la práctica y principios establecidos en casos análogos. Respecto al grado de precisión que deberá procurarse, manifiesto á U. solamente, que también está convenido con el Jefe de la Sección Americana, que la escala á que se construyan las hojas que contengan el trabajo de ambas secciones, será la de 1 á 30000, y á esa escala se ajustará, por consiguiente, el grado de precisión que deberá U. obtener en su trabajo.

3ª Aunque no estamos obligados á la topografía en el territorio americano, será conveniente que siempre que pueda U. sin demora especial, situe algunos puntos notables que vea en dicho territorio, á fin de que puedan cotejarse ó compararse los trabajos respectivos de ambas secciones.

4ª De una manera análoga: esto es, sin demora especial, se servirá U. situar todos los puntos notables que divisare en nuestro territorio, fuera de la zona convenida, al estar haciendo la topografía de dicha zona.

5ª Se presentarán casos como, por ejemplo, el de un aguaje llamado "Laguna Prieta," en el desierto de Sonora que se extiende desde la Serranía de las Tinajas Altas hasta el Río Colorado, en la línea azimutal de Sonora, y cuyo aguaje es de tal manera importante que, aunque esté fuera de la zona convenida, si así lo estuviese, deberá, si necesario fuere, hacerse un trabajo especial para determinar su posición en caso que no fuere visible de puntos algunos en la zona convenida.

6ª El trabajo de topografía que se practique en el Río Colorado entre las dos líneas azimutales, deberá conectarse con los trabajos astronómicos y geodésicos, ligándolo, al efecto, por una parte al antiguo monumento número VI de la línea de California, y por la otra al antiguo monumento Nº II de la línea de Sonora.

7ª Al concluir el trabajo en la parte inferior del Colorado, á inmediaciones del antiguo monumento número II expresado, continuará U. con el plano de la zona convenida, hacia el Este,

á lo largo de la línea azimutal de Sonora hasta el monumento Nº 127, que marca la intersección con el Paralelo 31° 20′. De ahí se continuará la topografía, á lo largo de este paralelo, hacia el Este, más allá de Nogales, hasta el pueblo de La Noria, que fué en donde quedó pendiente la topografía de la zona, que se traía desde el Río Grande.

8ª Se discuten actualmente, por las dos Secciones de la Comisión Internacional, los resultados que se adopten definitivamente por ambas, para las distancias entre los monumentos colocados en las líneas expresadas. Entre tanto no se comuniquen á U. esos resultados, las distancias que U. adopte serán, por ahora, las que U. mismo determine con su sección.

9ª Los trabajos contenidos en las instrucciones anteriores hacen referencia á los de campo. De gabinete tan sólo se hará, durante la expedición, lo necesario en cálculos, croquis y datos para cerciorarse de que no habrá nunca necesidad de volver de nuevo al terreno, por dudas que pudieren ocurrir, en lo sucesivo. El trabajo definitivo de gabinete se hará después de concluídas las expediciones, en San Diego, California, ó en el lugar que oportunamente designe esta Dirección.

10ª Á fin de que la Dirección esté al tanto del avance del trabajo y pueda asimismo participarlo á la Secretaría de Fomento, se servirá U., en los primeros días de cada mes, rendir un informe de los trabajos ejecutados en el anterior.

Libertad y Constitución, Yuma, Arizona, Febrero 27 de 1894.=Jacobo Blanco=Una rúbrica= Al Teniente Coronel de E. M. E. José González Moreno, Jefe de la Sección Topográfica de la Comisión de Límites.=Presente.

Después de discutir con el personal de la Sección el método de levantamiento que deberíamos seguir, se convino, que atendiendo á la circunstancia de tener á distancia de tres á cuatro kilómetros, generalmente, puntos fijos perfectamente situados, sería suficiente emplear el método de levantamiento que se practica en la Comisión Geográfico-Exploradora, cuyos resultados nos eran bien conocidos y con el que estábamos familiarizados en virtud de la larga práctica que de dicho método teníamos en la expresada Comisión.

El método, antes expresado, consistió en el levantamiento de una red de polígonos cerrados y algunas veces simples líneas poligonales practicadas con altazimutes de campaña ó brújulas de mano y con troquiámetros montados sobre ruedas; ligados entre sí y apoyados sobre puntos de posición fija. En estos levantamientos se aplicaron los métodos combinados de coordenadas polares é intersecciones, operando de la manera siguiente:

En una hoja de papel llamado de "esquicios" por su inventor el Sr. Ingeniero D. Agustín Díaz, se tomaba un punto arbitrario, se graduaba este papel de la manera que lo estaba el instrumento angular que se usaba, cambiando solamente los rumbos Este y Oeste para la construcción, se elegían sobre el terreno puntos materiales para fijar las directrices ó direcciones del camino que se seguía, se medían los azimutes poniendo el instrumento sobre un tripié y en cada estación se leía el troquiámetro; al mismo tiempo se construía el polígono estimando á vista las distancias reducidas á la escala de 1 á 30000 y se trazaban las direcciones valiéndose de la graduación del papel; al hacer esta construcción se ponían á cada lado de la estación, las indicaciones numéricas de la brújula, troquiámetro y aneroide. Desde distintos vértices se tomaban vueltas de horizonte para situar por intersecciones todas las alturas y puntos más notables del terreno que se encontraban comprendidos en la zona por levantar, procurando siempre que era posible que cada punto quedara fijo por lo menos con 3 visuales; sobre la línea que se llevaba, se ponían además á vista á uno y otro lado de ella los últimos detalles del terreno que se consideraban de utilidad práctica para los planos definitivos y que pudieran ser apreciados en la escala del levantamiento. Cuando los levantamientos se ejecutaban sobre sierras, entonces por causas de las pendientes ó bien por la tupida maleza, el horizonte era muy limitado y no se podía por consiguiente sino llevar sólo la línea del levantamiento, anotando los puntos donde era cortada por algún camino, barranca, arroyo, &, &.; además, para completar el detalle se tomaban desde puntos convenientemente elegidos, esquicios del terreno,

midiendo cuando era posible el azimut de las corrientes y de los caminos, y trazando aproximadamente el curso de las barrancas hasta su nacimiento, los cuales se corregían después cuando sobre el papel se formaba el conjunto de los levantamientos hechos en cada tramo. También se procuró en esta clase de terreno llevar el levantamiento hasta las cumbres de las sierras, y seguir sus contrafuertes en distintas direcciones así como sus barrancas; todo lo cual proporcionaba una idea completa de la ley general del terreno, y ayudaba á la repartición de las curvas de nivel conforme á las cotas obtenidas por el aneroide en cada levantamiento.

Todo el trabajo de campo que se hacía diariamente era construído por la noche, con el objeto de cerciorarse si los polígonos formados eran bastantes para llenar el detalle de la zona comprendida entre dos monumentos. En el caso que resultaran grandes huecos inexplorados y se temiera hubiese algún otro detalle, se procedía á levantar nuevas líneas, hasta quedar enteramente seguros de poder abandonar el campo sin temor de tener que volver á él por nuevos datos ó por equívocos que se encontraran después en los ya obtenidos.

De esta manera se hizo el detalle en toda la extensión de las dos líneas azimutales de Sonora y California, y en el tramo del Paralelo 31° 20′, desde el Monumento 111 hasta su extremo occidental. El trabajo de gabinete que se hizo en el campo no sólo se limitó á la construcción de los polígonos levantados, sino que se configuró con lápiz ó con tinta, todos los levantamientos hechos en la línea, con excepción de una pequeña parte hecha por los Capitanes Alvarado y Novoa, que fué terminada en San Diego, California, Centro de Operaciones de la Comisión.

Además del detalle expresado, se hicieron cuatro levantamientos especiales que fueron; el de las márgenes, islas é islotes del Río Colorado, en las cuales se practicó una triangulación compuesta de 180 vértices, cuyos pormenores en la manera de operar, cálculos y resultados definitivos constan por separado en el libro entregado con anterioridad á la Dirección; el levantamiento de la Villa de Nogales (Sonora), el cual se practicó empleando el método de coordenadas rectangulares con un teodolito de 1′ y una cinta de acero de 20 metros, construyendo el plano que se entregó igualmente á la Dirección á la escala 1 á 1000, é incluyendo aquí una reducción del mismo á la de 1 á 5000; el levantamiento del aguaje de la Laguna Prieta, en el desierto de Sonora, practicado á rumbo y distancia con la brújula de un teodolito y una cinta de acero; y los levantamientos de los aguajes del Álamo, Cameron y Siete Pozos, en el desierto de California, verificados de la misma manera. El aguaje de Siete Pozos, no aparece en los planos definitivos por no haberlo permitido la extensión del papel; pero en el libro de borradores de campo se encontrará su construcción correspondiente.

Se encomendó también á la Sección cuando levantaba el detalle de la línea azimutal de California, la demarcación sobre el terreno de cinco puntos á 20 kilómetros al Sur de la línea divisoria, que marcarían el límite de la zona libre en las inmediaciones del Océano Pacífico, Rancho del Carrizo, Colonia del Tecate, Mineral de Juárez y en la Vega del Río Colorado; no se describen aquí los métodos ejecutados por ser este trabajo independiente de los de la topografía de la línea divisoria objeto principal de esta reseña; sin embargo, en expediente por separado, que también se entrega á la Dirección, aparecen todos los datos, cálculos y resultados obtenidos.

Al estarse levantando la topografía de la línea azimutal de Sonora, dispuso la Dirección que el levantamiento de la zona comprendida desde el Monumento 134 hasta el 111 quedara provisionalmente á cargo del Capitán Alvarado, retirando al Capitán Novoa al Centro de Operaciones y mandando al que subscribe, en conexión con una Sección Americana á la rectificación de 24 distancias entre monumentos situados á lo largo del Paralelo 31° 20′ y Sección Meridiana. Estas distancias fueron determinadas por medio de triangulaciones ó medidas directas con cintas de acero y todos los cálculos y resultados respectivos constan en los correspondientes á las operaciones del trazo.

Para que se pueda formar idea de la serie de líneas de levantamientos que se practicaron por la Sección, muchas de las cuales no aparecen en los planos definitivos por haberse considerado como simples líneas de construcción, se adjunta á esta reseña el esqueleto de la red levantada á la escala de 1 á 180000.

Para concluir con lo relativo al trabajo de campo se manifestará; que el tiempo empleado en todos los trabajos encomendados á la Sección fué de catorce meses, contados desde el 1° de Marzo de 1894 hasta fines de Abril del siguiente año; que la zona total levantada en el detalle de la línea divisoria que comprende desde el Monumento 111 hasta el 258, abarca una extensión de 657 kilómetros y una superficie de 2628 kilómetros cuadrados próximamente; y que la mayor parte del trabajo fué ligado por el Norte con bastante detalle con muchos puntos de la zona americana y extendiéndose al Sur en el lado mexicano á una distancia mayor de las 2½ millas que prevenían las instrucciónes.

La Sección se compuso siempre del que subscribe con el carácter de Jefe, y de los Capitanes de Caballería Tomás Novoa y Manuel Alvarado; sin embargo, en la línea azimutal de California, hicieron el detalle de la parte comprendida entre los primeros cuatro monumentos que están cerca del mar, los Capitanes del Cuerpo de E. M. E. Gaspar Martínez Ceballos y Rodrigo Elizalde, determinando el primero, el punto de la zona libre en las inmediaciones del mar.

Es oportuno decir aquí que el personal de la Sección tuvo siempre empeñoso afán por el trabajo, poniendo cuantos medios estuvieron á su alcance para ayudar al que subscribe á terminarlo con el mayor éxito.

Una vez dicho todo lo que se refiere al trabajo de campo paso á exponer la manera como se hicieron los de gabinete, así como los medios que se emplearon para hacer las correcciones necesarias.

La construcción se dividió en tantas zonas como monumentos hay del 111 al 258 y por consiguiente igual número de correcciones para ajustarlas á las distancias de dichos monumentos.

La hoja de papel destinada se graduaba con cuidado por medio de un transportador rectificado con todos los grados de la circunferencia, después por el medio del papel se trazaba con el azimut magnético medido, una línea que representaba la divisoria entre las dos Naciones y sobre ella y con las distancias entre los monumentos adoptadas por los trabajos del trazo, se ponían los monumentos correspondientes á la zona por construir; en seguida á partir de ellos se hacía la construcción con los datos numéricos que se tenían hasta terminar el polígono; para hacer el ajuste correspondiente á cada uno, se empleó el método indicado en la obra del Sr. Díaz Covarrubias; por el cual los puntos que quedarían afectados de mayor error serían los del medio del polígono, siendo por consiguiente probablemente menor que la mitad del total con el que cerraba.

Para dar una idea de los resultados obtenidos diremos que los polígonos levantados entre dos monumentos distantes por término medio de 4 á 5 kilómetros y con un desarrollo de 12 á 15 kilómetros, cerraban por lo general entre los límites de 30 á 150 metros, notándose que eran frecuentemente menores en los terrenos montañosos, tal vez porque componiéndose por lo general los polígonos de muchos lados, los errores en azimut tienden á compensarse, lo que no sucede en las llanuras por ser pocos relativamente los azimutes. En los levantamientos en que se tenía la situación de algun punto que era común al de otras dos ó más líneas levantadas; si estos puntos no concordaban, para corregirlos, se elegía para la posición del punto, el promedio de todas las situaciones que se tenían, y después se ajustaba la línea del levantamiento por el método antes expresado, teniendo cuidado que los puntos situados por intersecciones que se tenían, fueran corregidos en la misma relación. Corregidos los polígonos y puesto el conjunto que formaba cada zona se pasaba á poner la configuración del terreno de la manera siguiente. Se acotaba la línea levantada cada día, con las alturas relativas que marcaba el aneroide; se ponían todas las barrancas que se habían cortado y los vértices de los cerros que se tenían situados; de los esquicios tomados para cada movimiento de terreno, se tomaban las direcciones generales de las principales barrancas, las cuales después de un juicioso estudio que se hacía de ellas, se conectaban con algunas de las que se tenían cortadas en las líneas de los levantamientos; de la misma manera se ponían las pequeñas vertientes y se repartían por último las curvas tomando por plano de comparación el que pasaba por el monumento más bajo de los dos entre los que se construía cada zona é inflexionándolas de acuerdo

Río de Soncyta, en Sonora.

á las cotas y formas que se tenían apreciadas en los esquicios. Después cada tramo se ligaba con el siguiente sin alterar la situación que se tenía para sus puntos.

En cada hoja de papel se pusieron varios tramos y en el número de 44 que se entregan á la Dirección, está la zona desde el Monumento 111 hasta el 258, incluyendo en ellos dos planos del Río Colorado, y uno de la Villa de Nogales (Sonora).

Por separado se entregan además, dos libros con borradores de campo y construcciones en limpio de los mismos, compuesto uno de 305 páginas y el otro de 74; el primero con todos los datos numéricos colectados en el campo.

Posteriormente á los trabajos de la Sección, se puso á mi cargo la construcción de los planos definitivos en la parte correspondiente á la Sección Mexicana. Estos planos se construyeron y dibujaron conforme á las prescripciones que marcaba la Sección 13ª de la Memoria Internacional, añadiendo tan solo aquí que las representaciones del terreno que se tenían por la parte mexicana sufrieron nuevas correcciones para ajustarlas á la nivelación practicada por la Sección Americana, así como que se varió el sistema de dibujo por haberse acordado suprimir todas las barrancas y los pequeños detalles de arte que aparecían en los planos de campo.

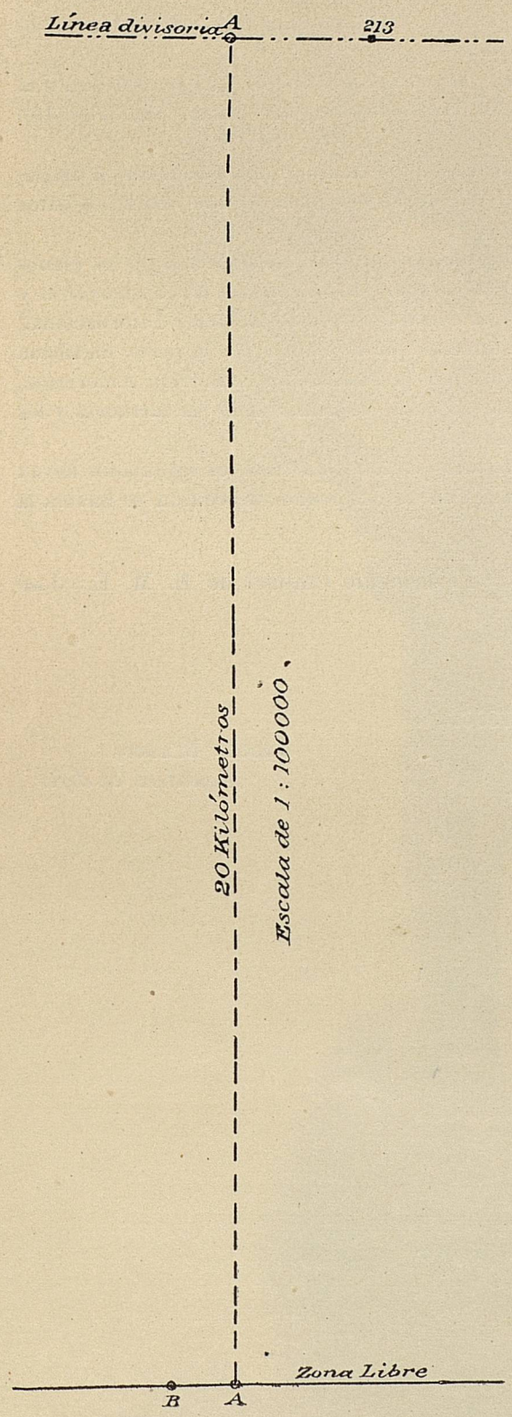
Con lo dicho se da por terminada esta reseña esperando que todos los trabajos ejecutados hayan llenado los propósitos que tuvieron los Jefes de las dos Comisiones cuando acordaron se hiciera la topografía de la línea divisoria.

WÁSHINGTON, D. C., Agosto de 1896.=Firmado=El Teniente Coronel de E. M. E.=José González Moreno=Rúbrica.

Es copia.

WÁSHINGTON, D. C., *Octubre* 31 de 1896.

JACOBO BLANCO,
Ingeniero en Jefe.



COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES ENTRE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS DEL NORTE.

ZONA LIBRE.

Punto que marca la zona libre en las inmediaciones del Río Colorado.

Conforme á las prescripciones que marcaba la calca inclusa al oficio de la Dirección de fecha 8 de Abril de 1895, se determinó el punto de la zona libre en las inmediaciones del Río Colorado de la manera siguiente:

Á partir del Monumento 213 de la línea divisoria, se midió hacia el Oeste sobre la misma línea una distancia de dos mil ciento sesenta metros, allí se marcó un punto y se levantó una perpendicular, sobre ella se midieron con una cinta de acero de 20 metros, 20 kilómetros hacia el Sur de la línea divisoria, se repitió la medida encontrando una diferencia de dos metros cincuenta y seis centímetros, entonces, se tomó el promedio de las dos y se marcó el punto A′ como el definitivo que marcaría el límite de la zona. Con objeto de marcar la dirección de la línea se determinó otro punto B, á mil metros de distancia hacia el Oeste medidos sobre la perpendicular levantada en A′; en ambos puntos se clavó una estaca de hierro y se hizo además en A′, una mojonera de piedra suelta, tierra y arena de metro y medio próximamente de altura.

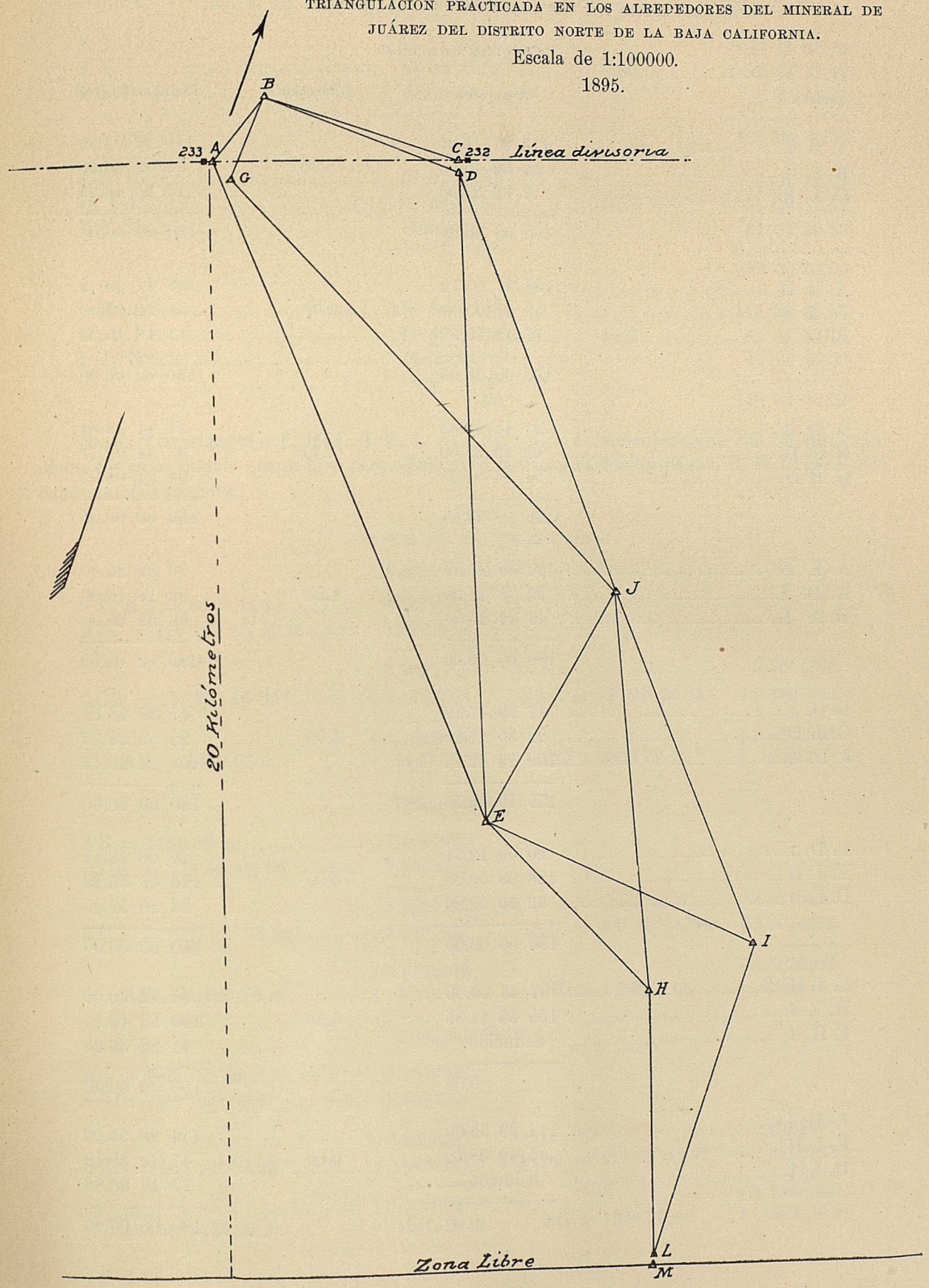
En la determinación de estos puntos ayudó al que subscribe el Capitán de Caballería Manuel Alvarado.

Firmado = José González Moreno.

TRIANGULACIÓN PRACTICADA EN LOS ALREDEDORES DEL MINERAL DE JUÁREZ DEL DISTRITO NORTE DE LA BAJA CALIFORNIA.

Escala de 1:100000.

1895.



TRIANGULACIÓN EN LOS ALREDEDORES DEL MINERAL DE JUÁREZ.

Triángulos formados.

Vértices.	Observados.	Diferencia.	Reducción á 180°.
	° ′ ″	″	° ′ ″
A. B. C	110 27 16.25		110 27 07.50
B. A. C	52 02 45.00	8.75	52 02 36.25
C. A. B	17 30 25.00		17 30 16.25
	180 00 26.25		180 00 00.00
A. B. D	108 47 53.12		108 47 53.12
D. A. B	53 24 00.00	0.00	53 24 00.00
B. D. A	17 48 10.00		17 48 10.00
	180 00 00.00		180 00 00.00
G. D. B	21 41 40.63		21 41 48.34
B. G. D	63 53 35.00	7.71	63 54 02.71
G. B. D	94 24 01.25		94 24 08.95
	179 59 36.88		180 00 00.00
A. E. D	20 39 27.00		20 39 25.00
A. D. E	93 18 12.00	6.00	93 18 10.00
D. A. E	66 02 27.00		66 02 25.00
	180 00 06.00		180 00 00.00
D. G. J	47 39 47.12		47 39 48.12
G. J. D	22 55 27.25	3.00	22 55 28.75
J. D. G	109 24 42.13		109 24 43.13
	179 59 56.50		180 00 00.00
E. D. J	20 00 12.51		20 00 12.51
E. J. D	126 08 55.29	0.00	126 08 55.29
D. E. J	33 50 52.20		33 50 52.20
	180 00 00.00		180 00 00.00
E. J. H	37 43 39.00		37 43 39.00
H. E. J	100 53 44.85	0.00	100 53 44.75
E. H. J	deducido		41 22 36.25
	0.00		180 00 00.00
E. H. I	114 29 55.00		114 29 55.00
E. I. H	47 40 38.12	0.00	47 40 38.12
H. E. I	deducido		17 49 26.88
	0.00		180 00 00.00

Vértices.	Observados. ° ′ ″	Diferencia. ″	Reducción á 180°. ° ′ ″
E. I. J.	44 15 33.75		44 15 33.75
J. E. I.	83 04 17.87	0.00	83 04 17.87
I. J. E.	deducido		52 40 08.38
			180 00 00.00
J. H. I.	73 07 18.75		73 07 18.75
H. I. J.	91 56 11.87	0.00	91 56 11.87
I. J. H.	deducido		14 56 29.38
			180 00 00.00
I. H. L.	114 54 02.87		114 54 02.87
H. I. L.	47 40 38.12	0.00	47 40 38.12
I. L. H.	deducido		17 25 20.00
	0.00		180 00 00.00

NOTA: Los triángulos E. H. I., J. H. I., E. J. H. y E. I. J. fueron formados con los resultados obtenidos en el cálculo que se hizo para relacionar á la triangulación los puntos H. E. I., como está expuesto más adelante.

CÁLCULO DE LOS TRIÁNGULOS.

Triángulo A. B. C.

b = AC = 4548.14 m.	3.6578338		
ABC = 110° 27′ 07.5″ m....sen..	9.9717233		
	3.6861105		3.6861105
ACB = 17° 30′ 16 25″..... „ ..	+9.4782503	BAC = 52° 02′ 36.25″	+9.8967890
AB = 1460.03 m.	3.1643608 1460.03 m.	BC = 3827.36 m.	3.5828995 3827.36 m.

Triángulo A. B. D.

AB = 1460.03 m.	3.1643608.		
ADB = 17° 48′ 08.96″.....sen..	9.4853478		
	3.6790130		3.6790130
ABD = 108° 47′ 52.08″.... „ ..	+9.9761948	BAD = 53° 23′ 58.96″	+9.9046152
AD = 4520.72 m.	3.6552078 4520.72 m.	BD = 3833.79 m.	3.5836282 3833.79 m.

Triángulo B. D. G.

BD = 3833.79 m.	3.5836282.		
BGD = 63° 54′ 02.71″... ....sen..	9.9532925		
	3.6303357		3.6303357
GBD = 94° 24′ 08.95″..... „ ..	+9.9987167	BDG = 21° 41′ 48.34″	+9.5678427
DG = 4256.50 m.	3.6290527 4256.50 m.	BG = 1578.26 m.	3.1981784 1578.26 m.

Triángulo A. E. D.

AD = 4520.72 m.	3.6552078		
AED = 20° 39′ 25.0″ ..... sen..	9.5474938		
	4.1077140		4.1077140
ADE = 93° 18′ 10.0″ ..... „ ..	+9.9992780	DAE = 66° 02′ 25.0″	+9.9608659
AE = 12793.57 m.	4.1069920 12793.57 m.	DE = 11710.62 m.	4.0685799 11710.62 m.

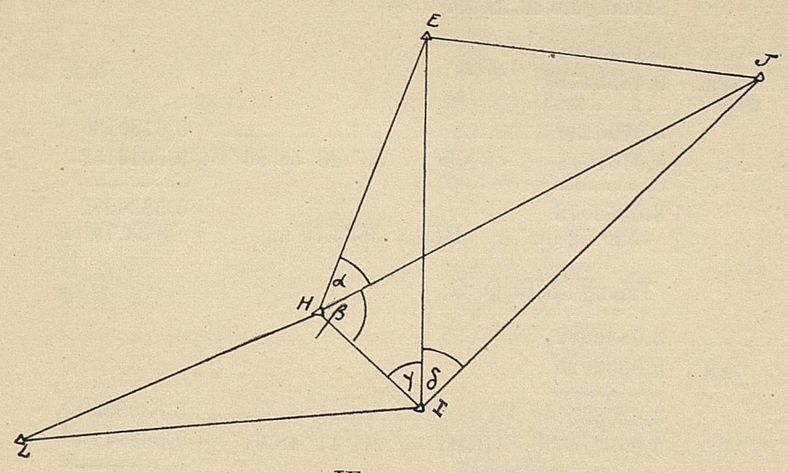
Triángulo D. G. J.

DG = 4256.50 m.	3.6290524		
GJD = 22° 55′ 28.75″ ..... sen..	9.9505301		
	4 0385223		4.0385223
DGJ = 47° 39′ 48.12″ ..... „ ..	+9.8687623	JDG = 109° 24′ 43.13″	+9.0745823
DJ = 8077.64 m.	3.9072846 8077.64 m.	JG = 10306.34 m.	4.0131046 10306.34 m.

Triángulo E. D. J.

ED = 11710.62 m.	4.0685799		
EJD = 126° 08′ 55.29″ ..... sen..	9.9071366		
	4.1614433		4.1614433
EDJ = 20° 00′ 12.51″ ..... „ ..	+9.5341240	DEJ = 33° 50′ 52.21″	+9.7458488
EJ = 4960.98 m.	3.6955673 4960.98 m.	JD = 8077.74 m.	3.9072921 8077.74 m.

Cálculo para enlazar á la triangulación los puntos H é I con objeto de prolongarla hasta el vértice L.



Sean J y E los vértices conocidos, JE el lado obtenido por la triangulación cuyo valor es de 4960.98, α = 41° 22′ 36.25″, β = 73° 07′ 18.12″, y = 47° 40′ 38.12″ y δ = 44° 15′ 33.75″ los ángulos medidos en H é I, HI = 2120.00 un valor supuesto. Con estos ángulos y el lado supuesto calculemos los triángulos EHI, JHI, y EIJ y se obtendrán valores provisionales para sus lados, pero después multiplicados por la relación $\frac{JE}{J'E'}$ del valor encontrado para el lado JE con el que se le supuso, se convertirán en exactos puesto que no han cambiado los ángulos, y las figuras son semejantes, y sus lados son proporcionales.

Triángulo E. H. I.

HI = 2120.00 m	3.7263359		
HEI = 180° — ($\alpha + \beta + \pi$) sen.	—9.4858581		
EHI = 114° 29′ 55.0″ „	3.8404778		3.8404778
	+9.9590277	HIE = 47° 40′ 38.12″	9.8688582
E′I′ = 6302 39 m	3.7995055	E′H′ = 5120.78 m	9.9527104
Relación	+9.9527104		+9.9527104
	3.7522159		3.6620464
EI = 5652.18 m.	5652.18 m.	EH = 4592.47	4592.47 m.

Triángulo J. H. I.

HI = 2120.00 m	3.3263359		
IJH = 180° — ($\beta + y + \delta$)	9.4113378		
	3.9149981		3.9149981
JHI = 73° 07′ 18.75″ sen.	+9.9808777	HIJ = 91° 56′ 11.87″	—9.9997519
I′J′ = 7868.21	3.8958758	J′H′ = 8217.69	3.9147500
Relación	+9.9527104		+9.9527104
	3.8485862		3.8674604
IJ = 7056.45 m	7056.45 m.	JH = 7369.88 m.	

Triángulo E. I. J.

I′J′ = 7868.21			
E′I′ = 6302.39			
14170.60	4.1513883		
1565.82 m	3.1947418		3.1947418
	0.9566465		
EIJ = 22° 07′ 46.875″	9.6092332	cos.	9.9667674
	0.5658797		3.1615092
ψ = 74° 47′ 55.16″	74° 47′ 55.16″	cos.	9.4186523
IJ — EI cos. EIJ			3.1615092
ψ = 74° 47′ 55.16″	cos		9.4186523
JE = 5531.16			3.7428569
JE obtenido por la triangulación 4960.98 m			3.6955673
		Relación	9.9527104

Triángulo I. H. L.

HI = 1901.27 m	3.2790463		
HLI = 17° 25′ 20.01″ sen.	9.4762676		
	3.8027787		3.8027787
IHL = 114° 54′ 1.87″ sen.	9.9576266	sen. HIL	9.8688382
	3.7604053		3.6716169
IL = 5759.77 m.		LH = 4694.80 m.	

Azimutes magnéticos de los lados.

Lados.	Directo.				Inverso.			
AB	N. 70°	0′	0.00″	E.	S. 70°	0′	0.00″	O.
AB	N. 17	57	23.75	E.	S. 17	57	23 75	O.
BD	N. 89	9	31.67	E.	S. 89	9	31.67	O.
DG	S. 67	27	43.33	O.	N. 67	27	43.33	E
DJ	S. 41	56	59.80	E.	N. 41	56	59.80	O.
JE	S. 11	54	4.91	O.	N. 11	54	4.91	E
JI	S. 40	46	0 32	E.	N. 40	46	2.32	O.
IH	S. 47	17	44.66	O.	N. 47	17	44.66	E.
HL	S. 17	48	13.47	E.	N. 17	48	13.47	O.

CÁLCULO DE LAS COORDENADAS DE LOS VÉRTICES.

	Absisas.		Ordenadas.
Coordenadas de A	0.00		0.00
AB = 1460.03 m	3.1643623		3.1643623
az. AB = N. 17° 57′ 23.75″ E. sen	9.4899683	cos	9.9783131
	2.6533306		3.1426754
	x = 450.12 m.		y = 138.92 m.
Coordenadas de B	X = 450.12 m		Y = 138.92 m.
AC = 4548.14 m	3.6578338		3.6578338
az. AC = N. 70° 00′ 00.00″ E. sen	9.9729858	cos	9.5340517
	2.6308196		3.1918855
	x = 4273.85 m.		y = 1555.55 m.
Coordenadas de C	X = 4273.85 m		Y = 1555.55 m.
BD = 3833.79 m	3.5836282		3.5836282
az. BD = N. 89° 09′ 31.67″ E. sen	9.9999536	cos	8.1667532
	3.5835818		1.7503814
	x = 3833.30 m.		y = 5628.4 m.
Coordenadas de D	X = 4283.4 m.		Y = 1332.6 m.
DG = 4256.50	3.6290524		3.6290524
az. DG = S. 41° 56′ 59.80″ sen	3.9654960	cos	9.5835337
	3.5945484		3.2125861
	x = 3931.41 m.		y = 1624.0 m.
Coordenadas de G	X = 352.0 m.		Y = 291.4 m.

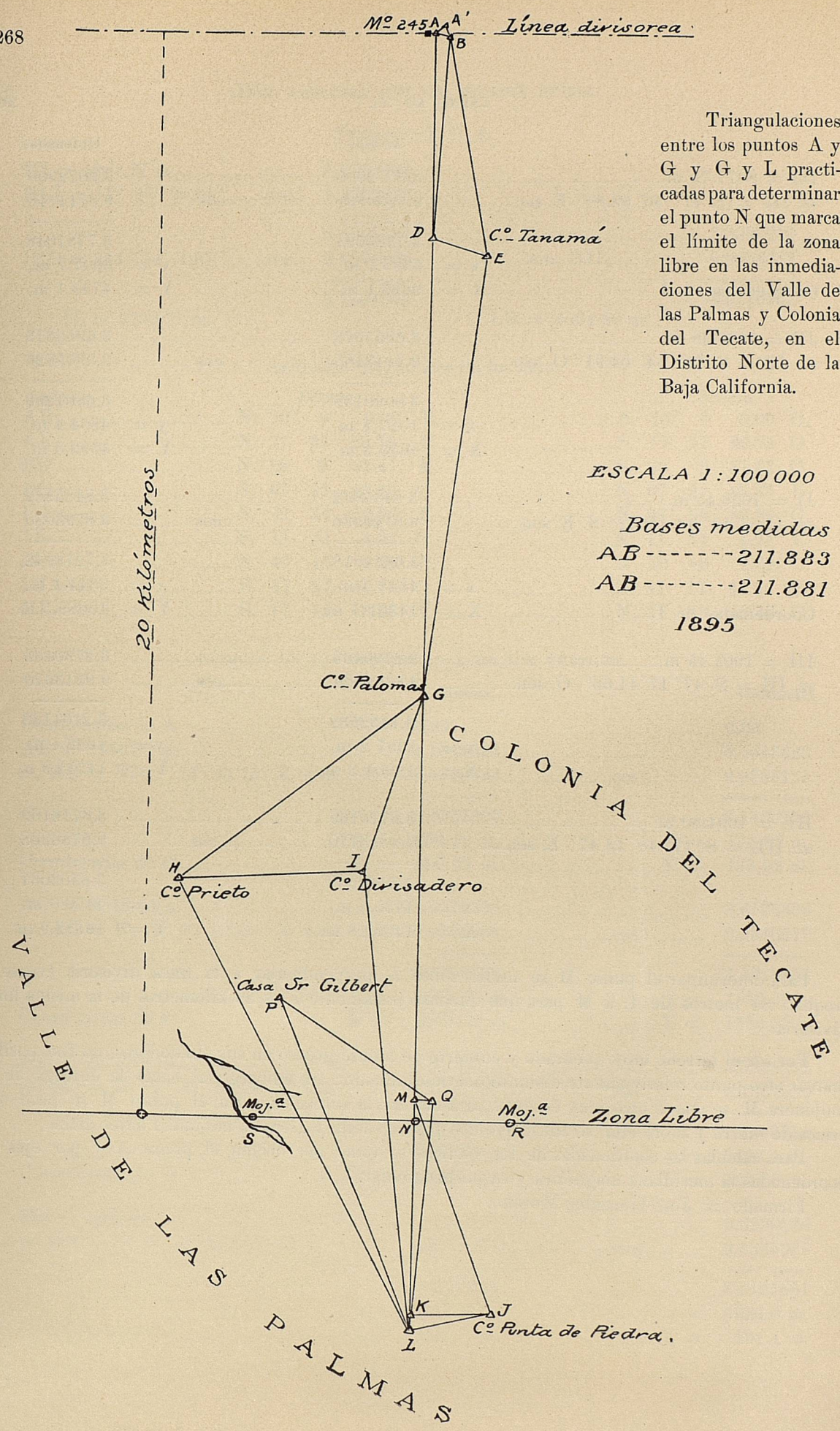
	Absisas.		Ordenadas.
DJ = 8077.74 m	3.9072900		3.9072900
az. DJ = S. 41° 56′ 59.80″ E. sen	9.8250891	cos	9.8714148
	3.7323791		3.7787048
x =	5399.7 m.	y =	6007.7 m.
Coordenadas de J X =	9683.1 m.	Y =	4745.1 m.
JE = 4960.98 m	3.6955673		3.6955673
az. JE = S. 11° 54′ 04.91″ O. sen	9.2143465	cos	9.9905626
	3.0099138		3.6861299
x =	1027.8 m.	y =	4854.4 m.
X =	8653.3 m.	Y =	4599.5 m.
JI = 7056.45 m	3.8485862		3.8485862
az. JI = 40° 46′ 02.32″ S. E. sen	9.8149036	cos	9.8793080
	3.6634918		3.7278942
x =	4618.4 m.	y =	5344.4 m.
Coordenadas de I X =	14301.5 m.	Y =	10089.5 m.
IH = 1901.45 m	3 2790463		3.2790463
az. IH = S. 47° 17′ 44.66″ O. sen	9.8662069	cos	9.9313670
	3.1452532		3.2104133
x =	1397 2 m.	y =	1623.4 m.
X =	12904.3 m.	Y =	11712.9 m.
HL = 4694.80 m	3.6716169		3.6716169
az. HL = S. 17° 48′ 13.47″ E. sen	9.4853770	cos	9.9786868
	3.1569939		3.6503037
x =	1435.5 m.	y =	4470.0 m.
X =	14339.8 m.	Y =	16182.9 m.

Para determinar el punto M se midió sobre la perpendicular á la línea divisoria (véase el croquis) 84 metros de L á M para que quedara justamente á los 20 kilómetros de la misma línea divisoria.

Por ser el terreno muy quebrado y cubierto de monte grueso en sus alrededores, no fué posible marcar otro punto relativamente distante del determinado; sin embargo, al hacer la entrega de la mojonera M. se marcó otro muy cercano para marcar la dirección. En el punto M se puso una estaca de hierro y sobre ella se construyó con piedra suelta y arena la mojonera antes dicha.

Para calcular las coordenadas de los vértices se tomó por origen el punto A y por ejes de coordenadas la meridiana magnética y su perpendicular.

Firmado = José González Moreno.



Triangulaciones entre los puntos A y G y G y L practicadas para determinar el punto N que marca el límite de la zona libre en las inmediaciones del Valle de las Palmas y Colonia del Tecate, en el Distrito Norte de la Baja California.

Rancho de Barranca Verde, California.

Triangulaciones entre el Monumento 245 de la línea divisoria y el punto J situado sobre el cerro "Punta de Piedra."

PRIMER TRAMO DE A Á G.

Triángulos formados.

Ángulos.	Observados.	Diferencia.	Reducción á 180°.
	° ′ ″	″	° ′ ″
A′. A. B	59 03 26.00		59 03 34.42
A. A′. B	79 46 43.12	25.25	79 46 51.54
A. B. A′	41 09 25.63		41 09 34.04
	179 59 34.75		180 00 00.00
B. A. D	71 47 51.87		71 47 49.79
A. B. D	104 37 05.62	6.24	104 37 03.54
B. D. A	3 35 08.75		3 35 06.67
	180 00 06.24		180 00 00.00
B. A. E	60 23 06.25		60 23 05.23
A. B. E	116 39 03.06	3.06	116 39 02.04
A. E. B	2 57 53.75		2 57 52.73
	180 00 03.06		180 00 00.00
B. D. E	109 02 13.13		109 02 12.94
D. E. B	58 55 50.00	0.57	58 55 49.81
D. B. E	12 01 57.44		12 01 57.25
	180 00 00.57		180 00 00.00
D. E. G	106 41 43.13		106 41 43.13
E. D. G	67 25 08.12	0.00	67 25 08.12
E. G. D	5 53 08.75		5 53 08.75
	180 00 00.00		180 00 00.00
E. A. D	11 24 42.56		11 24 44.56
A. D. E	112 37 17.61	6.00	112 37 19.61
A. E. D	55 57 55.83		55 57 55.83
	179 59 54.00		180 00 00.00

Segundo tramo de J. á G.

Ángulos.	Observados. ° ′ ″	Diferencia. ″	Reducción á 180°. ° ′ ″
L. K. J.	91 40 58.75		91 40 54.59
J. L. K.	79 26 59.37	12.49	79 26 55.21
L. J. K.	8 52 14.37		8 52 10.20
	179 59 12.49		180 00.00
L. J. H.	70 47 28.75		70 47 34.17
H. L. J.	100 04 05.62	16.26	100 08 11 04
L. H. J.	9 04 09.37		9 04 14.79
	179 59 43.74		180 00 00.00
L. G. I.	18 02 06.12		18 02 08.12
G. I. L.	154 48 18.00	6.00	154 48 20.00
I. L. G.	7 09 29.88		7 09 31.88
	179 59 54.00		180 00 00.00
H. I. L.	20 42 21.87		20 42 15.42
L. I. H.	96 09 17.50	19.36	96 09 11.04
I. H. L.	63 08 39.99		63 08 33.54
	180 00 19.36		180 00 00.00
G. H. L.	98 56 34.38		98 56 34.38
H. L. G.	27 51 53.75	0.00	27 51 53.75
L. G. H.	53 11 31.87		53 11 31.87
	180 00 00 00		180 00 00.00
J. L. M.	72 15 30.25		72 15 31.25
L. M. J.	22 04 25.25	3.00	22 04 26.25
M. J. L.	85 40 01.50		85 40 02.50
	179 59 07.00		180 00 00.00
M. Q. L.	86 52 35.00		86 52 35.00
Q. L. M.	3 07 25.00	0.00	3 07 25.00
L. M. Q.	90 00 00.00		90 00 00.00
	180 00 00.00		180 00 00.00