

RESEÑA

TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA

DE LA SIERRA DE GUADALUPE

(VALLE DE MEXICO)

POR EL INGENIERO

GUILLERMO B. Y PUGA

Socio fundador de la Sociedad Científica "Antonio Alzate," miembro de las Sociedades de Historia Natural y de Geografía de México, de la Científica de Nueva York, etc.

Edición de la "Sociedad Alzate."

MEXICO

DEL GOBIERNO FEDERAL EN EL EX-ARZOBISPADO
(Avenida Oriente 7, núm. 776).

1889



Capilla Alfonsina
Biblioteca Universitaria

47372

VALLE DE MEXICO
Y LETES

TA590

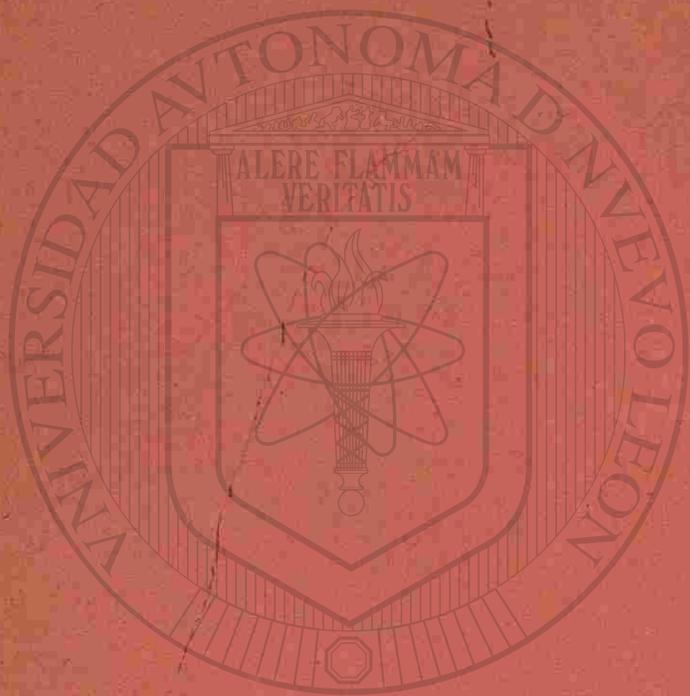
P8

C.1

TA590
P8
C.1



1080022502



RESEÑA

DE LA

TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA

DE LA SIERRA DE GUADALUPE

(VALLE DE MEXICO)

POR EL INGENIERO

GUILLERMO B. Y PUGA

Socio fundador de la Sociedad Científica "Antonio Alzate," Miembro de las Sociedades de Historia Natural y de Geografía de México, de la Científica de Brusela, etc.

Edición de la "Sociedad Alzate."

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
Biblioteca Valverde y Telles

MEXICO

IMPRENTA DEL GOBIERNO FEDERAL EN EL EX-ARZOBISPADO

(Avenida Oriente 2, núm. 726).

1889



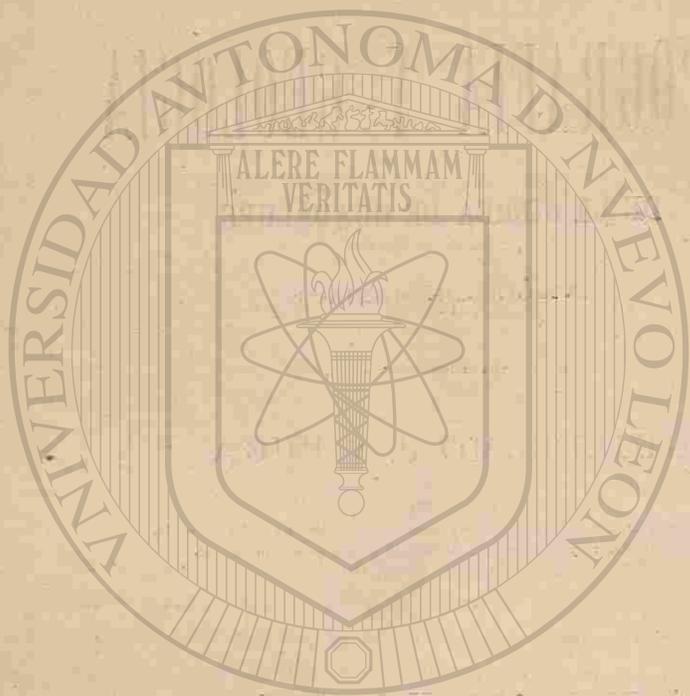
Capilla Alfonsina
Biblioteca Universitaria

47372

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA VALVERDE Y TELLES

7A590
p8

RESEÑA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FONDO EMETERIO
VALVERDE Y TELLEZ

RESEÑA

DE LA

TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DE LA SIERRA DE GUADALUPE

POR EL INGENIERO

D. GUILLERMO B. Y PUGA.

SOCIO FUNDADOR Y DE NÚMERO.

(Sesión de Marzo 25 de 1888.)

Existía en la Carta Hidrográfica del Valle de México, no sé por qué causa, un hueco, correspondiente á la parte que ocupa la Sierra de Guadalupe. Ese hueco es el que se ha ido llenando gracias á los trabajos topográficos ejecutados por los alumnos de la Escuela de Ingenieros en sus prácticas de Topografía, bajo la acertada dirección del Sr. Ingeniero D. Leandro Fernández. Tres de esas prácticas se han ejecutado en esa misma región, con las que sucesivamente se ha podido llegar á configurar y detallar, casi en su totalidad, el terreno ocupado por la Sierra.

A dos de estas prácticas he tenido la fortuna de asistir, en una, como Ayudante del Director el Sr. Fernández, debida á la elección que hizo en mi favor y por lo cual me es grato manifestarle públicamente mi gratitud.

Con las dos ocasiones que me he encontrado en la Sierra que nos ocupa, creo poder dar una idea de su configuración, así como de los trabajos ejecutados por los practicantes y de los resultados obtenidos.

Tom. II. - 4.

011213

La primera práctica se hizo á fines de 1885, en ella se formaron 10 triángulos que cubrían una extensión de 3 sitios aproximadamente, que se apoyaban sobre una base de 900 metros, medida con cintas de acero de 25 metros cada una; los ángulos se midieron con un teodolito inglés que daba una aproximación de 10". Esta triangulación comprendió los terrenos que se encuentran al SE. de la Sierra, llegando la triangulación secundaria hasta México y el Peñón de los Baños.

La última práctica que comenzó á fines de 1887 comprendió toda la Sierra y pasó hasta el otro lado, habiéndose fijado puntos de los que se encuentran al N. y ya en el Valle. Los trabajos principiaron por hacer un reconocimiento del terreno para formar de él un croquis que pudiera guiar nuestros trabajos. Nos valimos para esto de una pequeña brújula prismática, que desde cada punto culminante nos permitió medir el azimut magnético de todos los puntos visibles. Una vez formado el croquis se escogieron en él los puntos propios para servir de vértices y el lugar más propio para medir la base. Para ejecutar esta última operación se escogió la llanura que se encuentra al pie de los cerros Petlalca y Guerrero, terreno bastante plano y extenso y que no presenta sino una insignificante inclinación.

Para medir la base se tomaron todas las precauciones que requiere esta delicada é importante operación, ejecutándola con dos cintas de acero de 25 metros, comparadas de antemano con el metro patrón que posee el Ministerio de Fomento. Tanto al hacer la comparación, como al medir la base, se les dió á las cintas una tensión de 10 k., medida con dinamómetros convenientemente colocados en sus extremos; igualmente se tomó en ambas operaciones la temperatura, para llevar en cuenta las dilataciones.

Los ángulos se midieron con un teodolito inglés de la fábrica de Troughton & Simms, cuya aproximación era de 20". En cada estación se dieron cuatro vueltas de horizonte, dos en posición directa y dos en inversa, leyendo además, en ambas posiciones, una vez las indicaciones del círculo vertical.

Los datos recogidos por los medios anteriores son los siguientes:

Comparación de las cintas de acero.

Metro patrón = 1.^m 0006 á 0°

Cinta núm. 1 = 25 metros patrones — 0.^m 0075 á 22°
 „ núm. 2 = 25 „ „ — 0.^m 0075 á 22°

Medida de la base.

Con el resorte núm. 1 = 36 resortes á 25° 5
 „ „ „ núm. 2 = 36 „ + 0. 038 á 23 0
 „ „ „ núm. 1 = 36 „ + 0. 109 á 18 5

Cálculo de la longitud de la base.

Siendo las cintas iguales á 25 metros patrones tendremos que deducir cuanto vale esta cantidad

$$1.^m 0006 \times 25 = 25.^m 015 \text{ á } 0^\circ$$

La comparación se hizo á la temperatura de 22° por lo que habrá que corregir por temperatura; el coeficiente de dilatación de la madera con que está formado el metro patrón que es igual á 0. 0000042, por consiguiente para reducir los 25.^m 015 á 22° pondremos:

$$25.^m 015 (1 + 0. 0000042 \times 22) = 25.^m 0173.$$

Así, pues, á 25. 0173 hay que restar 0. 0075 para tener la longitud de los resortes:

$$25. 0173 - 0. 0075 = 25. 0098 \text{ á } 22^\circ.$$

Con estos datos se midió la base tres veces, obteniendo los resultados que se manifestaron anteriormente. Con los mismos

podremos determinar la longitud de la base, reduciendo la longitud de los resortes de la longitud que tenían á 22°, á la que tuvieron á la temperatura cuando se midió la base con cada uno de ellos.

Siendo el coeficiente de dilatación del acero = 0.0000124, los cálculos son los siguientes:

Primer Resorte.

$$\begin{aligned} \text{Base} &= 36 \text{ resortes } \text{á } 25^{\circ} 5 \\ 25.0098 \times 36 &= 900.3528 \\ 1 + 0.0000124 (25.5 - 22) &= 1.0000434 \\ \log. 1.0000434 &= 0.00001884 \\ \log. 900.3528 &= 2.95441279 \\ \hline &2.95443163 \\ \text{corresponde á} &\dots\dots\dots 900.^m 39188 \\ \text{corrección} &\dots\dots\dots 0.00000 \\ \hline \text{Base} &\dots\dots\dots 900.39188 \end{aligned}$$

Segundo Resorte.

$$\begin{aligned} \text{Base} &= 36 \text{ resortes } + 0.038 \quad \text{á } 23^{\circ} 0 \\ &900.3528 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 + 0.0000124 (23 - 22) &= 1.0000124 \\ \log. 1.0000124 &= 0.00000538 \\ &2.95441279 \\ \hline &2.95441817 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{corresponde á} &\dots\dots\dots 900.^m 36396 \\ \text{corrección} &\dots\dots\dots 0.03800 \\ \hline \text{Base} &\dots\dots\dots 900.4020 \end{aligned}$$

Tercer Resorte.

$$\begin{aligned} \text{Base} &= 36 \text{ resortes } + 0.109 \quad \text{á } 18^{\circ} 5 \\ &900.3528 \end{aligned}$$

$$1 + 0.0000124 (18.5 - 22) = 0.9999566$$

$$\begin{aligned} \log. 0.9999566 &= 9.99998116 \\ &2.95441279 \\ \hline &2.95439395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{corresponde á} &\dots\dots\dots 900.^m 31372 \\ \text{corrección} &\dots\dots\dots 0.10900 \\ \hline \text{Base} &\dots\dots\dots 900.4227 \end{aligned}$$

Comparando entre sí estos valores, encontramos las siguientes diferencias:

$$\begin{aligned} \text{Entre } 1^a \text{ y } 2^a &= 0.000011 \\ \text{„ } 2^a \text{ y } 3^a &= 0.000022 \\ \text{„ } 3^a \text{ y } 4^a &= 0.000034 \end{aligned}$$

En las tres comparaciones se ha tomado como unidad el valor menor de la base de las dos que se comparan. Siendo el valor tolerable en la medida de una base con resorte de acero de 0.00025 podemos tomar el promedio de los tres valores encontrados y nuestra base será = 900.^m 40553.

TRIANGULACIÓN.

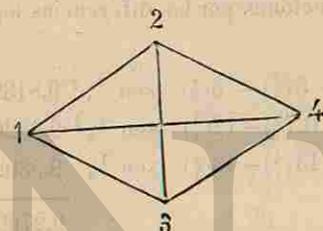
El valor de los ángulos medidos en cada vértice es el que da la tabla siguiente:

VÉRTICES.	ÁNGULOS.	VÉRTICES.	ÁNGULOS.
Extremo E.	58° 54' 36" 25	Cerro Gordo	56° 41' 31" 25
Extremo O.	75 7 12. 50	Chiquihuite	51 35 55. 00
Risco	45 58 12. 00	Reloj	71 42 19. 16
	180 0 0. 75		179 59 45. 41
Extremo E.	70 29 18. 75	Risco	53 45 8. 75
Extremo O.	68 50 52. 50	Reloj	37 8 51. 00
Guerrero	40 39 50. 00	Cerro Gordo	89 6 5. 00
	180 0 1. 25		180 0 4. 75
Guerrero	76 19 57. 50	Cerro Gordo	38 58 18. 33
Chiquihuite	29 13 15. 00	Reloj	54 7 16. 25
Risco	74 26 25. 00	Cruz	86 54 40. 00
	179 59 37. 50		180 0 14. 58
Risco	112 53 16. 25	Chiquihuite	78 18 22. 50
Chiquihuite	34 43 0. 00	Reloj	46 25 56. 00
Cerro Gordo	32 24 33. 75	Tesoro	55 16 7. 50
	180 0 50. 00		180 0 26. 00
Risco	59 8 7. 50	Cruz.	72 4 55. 00
Chiquihuite	86 18 55. 00	Reloj	62 29 56. 25
Reloj	34 33 12. 50	S. Lorenzo*	45 24 41. 60
	180 0 15. 00		179 59 32. 85

El ángulo en San Lorenzo se midió fuera del centro de la estación, pero el que se pone en la tabla anterior es ya el reducido al centro.

Para hacer el cálculo de la triangulación comenzaremos por corregir los triángulos, de los pequeños errores que contienen, empleando el método de los mínimos cuadrados y corrigiendo, no los ángulos, sino las direcciones de las dos visuales que forman á cada uno de ellos. Primeramente corregiremos el cuadrilátero formado en la base, para poder pasar á lados mayores, y después compensaremos la cadena de triángulos.

El cálculo para el cuadrilátero es el siguiente:



La línea 2, 3 (Fig. 1) es la base medida. Los ángulos son:

1. 40° 39' 50" 00	2. 75° 7' 12" 50	1. 16° 12' 41" 25
2. 68 50 52. 50	3. 58 54 36. 25	2. 143 58 5. 00
3. 70 29 18. 75	4. 45 58 12. 00	4. 19 49 15. 00
180 0 1. 25	180 0 0. 75	180 0 1. 25

1. 24° 27' 8" 75

3. 129 23 55. 00

4. 26 8 57. 50

180 0 1. 25

Ecuaciones de condición.

$$1. 25 + \left(\frac{1}{1}\right) - \left(\frac{2}{1}\right) + \left(\frac{3}{1}\right) - \left(\frac{4}{1}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) - \left(\frac{3}{2}\right) = 0$$

$$0. 75 + \left(\frac{2}{2}\right) - \left(\frac{1}{2}\right) + \left(\frac{3}{2}\right) - \left(\frac{4}{2}\right) + \left(\frac{1}{3}\right) - \left(\frac{2}{3}\right) = 0$$

$$1. 25 + \left(\frac{1}{4}\right) - \left(\frac{2}{4}\right) + \left(\frac{3}{4}\right) - \left(\frac{4}{4}\right) + \left(\frac{1}{1}\right) - \left(\frac{2}{1}\right) = 0$$

$$-2.00 + 13 \left(\frac{2}{3}\right) - 5 \left(\frac{1}{3}\right) - 23 \left(\frac{2}{4}\right) - 12 \left(\frac{3}{4}\right) + 43 \left(\frac{1}{4}\right) - 58 \left(\frac{2}{1}\right) - 15 \left(\frac{3}{1}\right) - 8 \left(\frac{3}{1}\right) + 35 \left(\frac{1}{4}\right) = 0.$$

Para establecer la última ecuación procedimos así: De la identidad

$$\frac{1.2}{3.2} \times \frac{3.2}{4.2} \times \frac{4.2}{1.2} = 1$$

se deduce que

$$\text{sen } \frac{1.2}{3} \times \text{sen } \frac{3.2}{4} \times \text{sen } \frac{4.2}{1} = \text{sen } \frac{3.2}{1} \times \text{sen } \frac{4.2}{3} \times \text{sen } \frac{1.2}{4}$$

tomando los logaritmos con 5 cifras y multiplicando las correcciones de las direcciones por las diferencias logarítmicas por 1' resulta así:

$$\begin{array}{r} \text{sen } \frac{1.2}{3} \quad 9.97432 + 5 \left(\frac{2}{3}\right) - 5 \left(\frac{1}{3}\right) \quad \text{sen } \frac{3.2}{1} \quad 9.81399 + 15 \left(\frac{3}{1}\right) - 15 \left(\frac{2}{1}\right) \\ \text{sen } \frac{3.2}{4} \quad 9.85671 + 12 \left(\frac{2}{4}\right) - 12 \left(\frac{3}{4}\right) \quad \text{sen } \frac{4.2}{3} \quad 9.93266 + 8 \left(\frac{4}{3}\right) - 8 \left(\frac{2}{3}\right) \\ \text{sen } \frac{4.2}{1} \quad 9.44589 + 43 \left(\frac{1}{1}\right) - 43 \left(\frac{2}{1}\right) \quad \text{sen } \frac{1.2}{4} \quad 9.53029 + 35 \left(\frac{2}{4}\right) - 35 \left(\frac{1}{4}\right) \\ \hline 9.27692 \qquad \qquad \qquad 9.27694 \end{array}$$

$$-2.00 + 13 \left(\frac{2}{3}\right) - 5 \left(\frac{1}{3}\right) - 23 \left(\frac{2}{4}\right) - 12 \left(\frac{3}{4}\right) + 43 \left(\frac{1}{4}\right) - 58 \left(\frac{2}{1}\right) - 15 \left(\frac{3}{1}\right) - 8 \left(\frac{3}{1}\right) + 35 \left(\frac{1}{4}\right) = 0.$$

De las ecuaciones de condición resultan las siguientes correlativas:

$$\begin{array}{r} \left(\frac{3}{1}\right) = +k_1 \qquad \qquad \qquad -15k_4 \\ \left(\frac{2}{1}\right) = -k_1 \qquad \qquad \qquad -k_3 + 58k_4 \\ \left(\frac{3}{3}\right) = +k_1 - k_2 \qquad \qquad \qquad +13k_4 \\ \left(\frac{1}{3}\right) = -k_1 \qquad \qquad \qquad -5k_4 \\ \left(\frac{1}{2}\right) = +k_1 \qquad \qquad \qquad +k_3 \\ \left(\frac{3}{2}\right) = -k_1 - k_2 \\ \left(\frac{2}{4}\right) = \qquad \qquad \qquad +k_2 + k_3 - 23k_4 \\ \left(\frac{3}{4}\right) = \qquad \qquad \qquad -k_2 + 12k_4 \\ \left(\frac{4}{3}\right) = \qquad \qquad \qquad +k_2 - 8k_4 \\ \left(\frac{4}{2}\right) = \qquad \qquad \qquad -k_2 + k_3 \\ \left(\frac{4}{1}\right) = \qquad \qquad \qquad +k_3 + 43k_4 \\ \left(\frac{1}{4}\right) = \qquad \qquad \qquad -k_3 - 35k_4 \end{array}$$

Sustituyendo estos valores en las ecuaciones de condición, se encuentran las ecuaciones normales, que son las siguientes:

$$\begin{array}{r} 1.25 + 6k_1 \qquad \qquad \qquad -65k_4 = 0 \\ 0.75 - 2k_1 + 4k_2 \qquad \qquad \qquad -56k_4 = 0 \\ 1.25 + 2k_1 + 2k_2 + 2k_3 - 3k_4 = 0 \\ -2.00 + 61k_1 - 32k_2 - 73k_3 - 1922k_4 = 0 \end{array}$$

La eliminación da los valores siguientes:

$$\begin{array}{l} k_1 = -0.3935 \\ k_2 = -0.6236 \\ k_3 = +0.3664 \\ k_4 = -0.0171 \end{array}$$

Sustituyendo estos valores en las ecuaciones correlativas se encuentran los valores de la corrección para cada visual ó dirección, limitando hasta los centésimos de segundo, encontramos

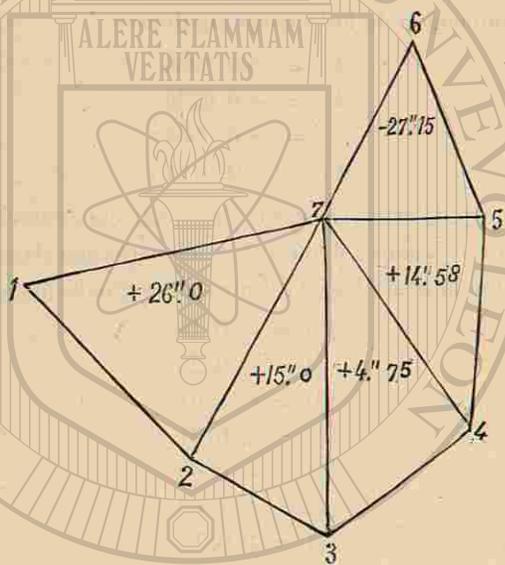
$$\begin{array}{l} \left(\frac{3}{1}\right) = -0.14 \\ \left(\frac{2}{1}\right) = -0.23 \\ \left(\frac{3}{3}\right) = +0.01 \\ \left(\frac{1}{3}\right) = +0.31 \\ \left(\frac{1}{2}\right) = -0.03 \\ \left(\frac{3}{2}\right) = +1.02 \\ \left(\frac{2}{4}\right) = +0.14 \\ \left(\frac{3}{4}\right) = +0.42 \\ \left(\frac{4}{3}\right) = -0.49 \\ \left(\frac{4}{2}\right) = +0.99 \\ \left(\frac{4}{1}\right) = -0.37 \\ \left(\frac{1}{4}\right) = +0.23 \end{array}$$

Aplicando estas correcciones se encuentra para los ángulos los valores siguientes:

1. Guerrero	40° 39' 50" 09	2. Extremo O	75° 7' 12" 22
2. Extremo O	68 50 52 20	3. Extremo E	58 54 35 75
3. Extremo E	70 29 17 70	4. Risco	45 58 12 03
	<u>178 59 59 99</u>		<u>180 0 0 00</u>

1. Guerrero	16° 12' 41".11	1. Guerrero	24° 27' 8".98
2. Extremo O	143 58 4 .91	3. Extremo E	129 23 52 .98
4. Risco	19 49 13 .98	4. Risco	26 8 58 .05
<hr/>		<hr/>	
	180 0 0 .00		180 0 0 .00

Compensación de la triangulación.



1, Tesoro. — 2, Chiquihuite. — 3, Risco. — 4, Cerro Gordo. — 5, Cruz. — 6, S. Lorenzo. — 7, El Reloj.

Los números que se encuentran en el interior de los triángulos son los errores de cada uno de ellos.

Ecuaciones de condición.

$$\begin{aligned}
 26.00 + \binom{2}{1} - \binom{7}{1} + \binom{7}{2} - \binom{1}{2} + \binom{1}{3} - \binom{2}{3} &= 0 \\
 15.00 + \binom{3}{2} - \binom{4}{2} + \binom{4}{3} - \binom{2}{3} + \binom{2}{7} - \binom{3}{7} &= 0 \\
 4.75 + \binom{4}{3} - \binom{7}{3} + \binom{7}{4} - \binom{3}{4} + \binom{3}{5} - \binom{4}{5} &= 0 \\
 14.58 + \binom{4}{4} - \binom{7}{4} + \binom{7}{5} - \binom{4}{5} + \binom{4}{6} - \binom{5}{6} &= 0 \\
 -27.15 + \binom{6}{5} - \binom{7}{5} + \binom{7}{6} - \binom{5}{6} + \binom{5}{7} - \binom{6}{7} &= 0
 \end{aligned}$$

Ecuaciones correlativas.

$$\begin{aligned}
 \binom{2}{1} &= +k_1 \\
 \binom{3}{2} &= +k_2 \\
 \binom{4}{3} &= +k_3 \\
 \binom{5}{4} &= +k_4 \\
 \binom{6}{5} &= +k_5 \\
 \binom{7}{1} &= -k_1 \\
 \binom{7}{2} &= +k_1 - k_2 \\
 \binom{7}{3} &= +k_2 - k_3 \\
 \binom{7}{4} &= +k_3 - k_4 \\
 \binom{7}{5} &= +k_4 - k_5 \\
 \binom{7}{6} &= +k_5 \\
 \binom{1}{2} &= -k_1 \\
 \binom{2}{3} &= -k_2 \\
 \binom{3}{4} &= -k_3 \\
 \binom{4}{5} &= -k_4 \\
 \binom{5}{6} &= -k_5 \\
 \binom{1}{7} &= +k_1 \\
 \binom{2}{7} &= -k_1 + k_2 \\
 \binom{3}{7} &= -k_2 + k_3 \\
 \binom{4}{7} &= -k_3 + k_4 \\
 \binom{5}{7} &= -k_4 + k_5 \\
 \binom{6}{7} &= -k_5
 \end{aligned}$$

Coefficientes sumatorios.

$$\begin{aligned}
 [aa] &= 6 \\
 [ab] &= -2 & [bb] &= 6 \\
 [ac] &= 0 & [bc] &= -2 & [cc] &= 6 \\
 [ad] &= 0 & [bd] &= 0 & [cd] &= -2 & [dd] &= 6 \\
 [ae] &= 0 & [be] &= 0 & [ce] &= 0 & [de] &= -2 & [ee] &= 6
 \end{aligned}$$

Ecuaciones normales.

$$\begin{aligned} 26.00 + 6k_1 - 2k_2 &= 0 \\ 15.00 - 2k_1 + 6k_2 - 2k_3 &= 0 \\ 4.75 - 2k_2 + 6k_3 - 2k_4 &= 0 \\ 14.58 - 2k_3 + 6k_4 - 2k_5 &= 0 \\ -27.15 - 2k_4 + 6k_5 &= 0 \end{aligned}$$

De estas ecuaciones se deducen los siguientes valores para las k_s .

$$\begin{aligned} k_1 &= -6''.248 \\ k_2 &= -5.745 \\ k_3 &= -3.488 \\ k_4 &= -2.345 \\ k_5 &= +3.743 \end{aligned}$$

Sustituyendo estos valores en las correlativas resulta:

$(\frac{2}{1}) = -6.25$	$(\frac{1}{2}) = +6.25$
$(\frac{3}{2}) = -5.75$	$(\frac{2}{3}) = +5.75$
$(\frac{4}{3}) = -3.49$	$(\frac{3}{4}) = +3.49$
$(\frac{5}{4}) = -2.35$	$(\frac{4}{5}) = +2.35$
$(\frac{6}{5}) = +3.74$	$(\frac{5}{6}) = -3.74$
$(\frac{7}{6}) = +6.25$	$(\frac{6}{7}) = -6.25$
$(\frac{8}{7}) = -0.50$	$(\frac{7}{8}) = +0.50$
$(\frac{9}{8}) = -2.26$	$(\frac{8}{9}) = +2.26$
$(\frac{10}{9}) = -1.14$	$(\frac{9}{10}) = +1.14$
$(\frac{11}{10}) = -6.09$	$(\frac{10}{11}) = +6.09$
$(\frac{12}{11}) = +3.74$	$(\frac{11}{12}) = -3.74$

Conociendo las correcciones de las direcciones formaremos las de los ángulos así:

$$\begin{aligned} \Delta &= +(\frac{2}{1}) - (\frac{1}{2}) = -12''.50 \\ +(\frac{3}{2}) - (\frac{2}{3}) &= -6.75 \\ +(\frac{4}{3}) - (\frac{3}{4}) &= -6.75 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} \Delta &= +(\frac{2}{1}) - (\frac{1}{2}) = -12''.50 \\ +(\frac{3}{2}) - (\frac{2}{3}) &= -6.75 \\ +(\frac{4}{3}) - (\frac{3}{4}) &= -6.75 \end{aligned}} \right\} = -26''.00 \quad \Delta^2 \begin{aligned} &156.250 \\ &45.563 \\ &45.563 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +(\frac{3}{2}) - (\frac{2}{3}) &= -5.24 \\ +(\frac{4}{3}) - (\frac{3}{4}) &= -8.01 \\ +(\frac{5}{4}) - (\frac{4}{5}) &= -1.75 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} +(\frac{3}{2}) - (\frac{2}{3}) &= -5.24 \\ +(\frac{4}{3}) - (\frac{3}{4}) &= -8.01 \\ +(\frac{5}{4}) - (\frac{4}{5}) &= -1.75 \end{aligned}} \right\} = -15''.00 \quad \begin{aligned} &27.458 \\ &64.160 \\ &3.063 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +(\frac{6}{5}) - (\frac{5}{6}) &= -1.23 \\ +(\frac{7}{6}) - (\frac{6}{7}) &= -4.63 \\ +(\frac{8}{7}) - (\frac{7}{8}) &= +1.12 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} +(\frac{6}{5}) - (\frac{5}{6}) &= -1.23 \\ +(\frac{7}{6}) - (\frac{6}{7}) &= -4.63 \\ +(\frac{8}{7}) - (\frac{7}{8}) &= +1.12 \end{aligned}} \right\} = -4''.74 \quad \begin{aligned} &1.513 \\ &21.437 \\ &1.254 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +(\frac{9}{8}) - (\frac{8}{9}) &= -1.21 \\ +(\frac{10}{9}) - (\frac{9}{10}) &= -8.43 \\ +(\frac{11}{10}) - (\frac{10}{11}) &= -4.95 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} +(\frac{9}{8}) - (\frac{8}{9}) &= -1.21 \\ +(\frac{10}{9}) - (\frac{9}{10}) &= -8.43 \\ +(\frac{11}{10}) - (\frac{10}{11}) &= -4.95 \end{aligned}} \right\} = -14''.59 \quad \begin{aligned} &1.465 \\ &71.065 \\ &24.503 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +(\frac{12}{11}) - (\frac{11}{12}) &= +9.84 \\ +(\frac{13}{12}) - (\frac{12}{13}) &= +7.48 \\ +(\frac{14}{13}) - (\frac{13}{14}) &= +9.83 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} +(\frac{12}{11}) - (\frac{11}{12}) &= +9.84 \\ +(\frac{13}{12}) - (\frac{12}{13}) &= +7.48 \\ +(\frac{14}{13}) - (\frac{13}{14}) &= +9.83 \end{aligned}} \right\} = -27''.15 \quad \begin{aligned} &96.629 \\ &55.950 \\ &96.826 \end{aligned}$$

$$[\Delta^2] = 722.698$$

$$\begin{aligned} \log. [\Delta^2] &= 2.85896 \\ \log. 5 &= 0.69897 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &2.15999 \\ &1.07999 \end{aligned}$$

$$\varepsilon = \pm 12''.02$$

Con estos valores podemos ya corregir los ángulos para obtener sus valores más probables y con los cuales se calcularán los ángulos. Los ángulos corregidos son los siguientes:

Tesoro	55° 15' 55''.00	Risco	53° 45' 7''.52
Chiquihuite	78 18 15.75	Cerro Gordo	89 6 0.37
Reloj	46 25 49.25	Reloj	37 8 52.11
	<hr/>		<hr/>
	180 0 00.00		180 0 00.00
Chiquihuite	86 18 49.76	Cerro Gordo	38 58 17.12
Risco	59 7 59.49	Cruz	86 54 31.58
Reloj	34 33 10.75	Reloj	54 7 11.30
	<hr/>		<hr/>
	180 0 00.00		180 0 00.00

Cruz	72° 5'	4".84
Reloj	62 30	6. 08
S. Lorenzo	45 24	49. 08
	180	0 0. 00

Los primeros triángulos que se deben calcular son los formados sobre la base, para conocer los lados que forman el cuadrilátero y deducir después, por dos triángulos, la diagonal mayor. Para calcular esta diagonal conocemos dos lados del cuadrilátero y el ángulo comprendido, y aplicando el principio de que la suma de dos lados es á su diferencia, como la tangente de la mitad de la suma de los ángulos opuestos comparados, es á la tangente de la mitad de la diferencia de los mismos, para encontrar los valores de cada uno de los dos ángulos desconocidos y poder determinar el ángulo que buscamos. Resolviendo así los triángulos Guerrero, Risco y Extremo O, Guerrero, Risco y Extremo E, se encontrará para el lado Guerrero Risco 2258.^m 57325.

La resolución de todos los demás triángulos da los valores de los lados que en seguida se expresan:

Base (medida)	=	900. ^m 4055
Extremo E — Risco	=	1210. 3484
Extremo E — Guerrero	=	1288. 6961
Extremo O — Risco	=	1072. 4533
Extremo O — Guerrero	=	1302. 4417
Guerrero — Risco	=	2959. 5733
Guerrero — Chiquihuite	=	4458. 7185
Risco — Chiquihuite	=	4497. 2791
Chiquihuite — Tesoro	=	6000. 7246
Risco — Cerro Gordo	=	4779. 0099
Cerro Gordo — Cruz	=	5178. 7702
Cruz — S. Lorenzo	=	5006. 7115
Reloj — S. Lorenzo	=	5370. 7074

Reloj — Cruz	=	4019. 8963
Reloj — Cerro Gordo	=	6382. 3164
Reloj — Risco	=	7912. 9509
Reloj — Chiquihuite	=	6806. 2625
Reloj — Tesoro	=	8110. 1981

Además de las observaciones hechas en cada vértice se hicieron otras en cuatro puntos que deberían quedar ligados á la red general; esos puntos fueron los cerros de Tenayo, el de Corona, el del Panal y el de la Cañada. Aplicando á cada uno de éstos la resolución que se da al problema de los tres vértices se obtienen los valores siguientes para las distancias á los vértices.

Tenayo — Chiquihuite	=	3370. ^m 5
Reloj — Panal	=	4877. 2
Chiquihuite — Panal	=	4465. 8
Reloj — Cañada	=	4819. 0
Reloj — Corona	=	6608. 5
Chiquihuite — Corona	=	3971. 3

Los lados se aproximaron poco, como se vé, porque los ángulos fueron medidos con instrumento que aproximaba minutos, y los cálculos fueron ejecutados con logaritmos de 5 cifras.

TRIANGULACIÓN SECUNDARIA.

Desde cada uno de los vértices que se ocuparon, se visaron todos los puntos que debían de quedar fijos en el plano y que pudieran servir para enlazar las operaciones de detalle, como picos de los cerros, cruces de las torres, etc.

A los cerros se les dirigían las visuales al punto más alto, y no se anotaba sino hasta los minutos en el círculo horizontal. A las cruces sí se les dirigían visuales cuidadosas en ambas posiciones del instrumento, y anotando tal como las daba su aproximación.

Los datos que resultaron de la observación son los siguientes:

Cruz	72° 5'	4".84
Reloj	62 30	6. 08
S. Lorenzo	45 24	49. 08
	180	0 0. 00

Los primeros triángulos que se deben calcular son los formados sobre la base, para conocer los lados que forman el cuadrilátero y deducir después, por dos triángulos, la diagonal mayor. Para calcular esta diagonal conocemos dos lados del cuadrilátero y el ángulo comprendido, y aplicando el principio de que la suma de dos lados es á su diferencia, como la tangente de la mitad de la suma de los ángulos opuestos comparados, es á la tangente de la mitad de la diferencia de los mismos, para encontrar los valores de cada uno de los dos ángulos desconocidos y poder determinar el ángulo que buscamos. Resolviendo así los triángulos Guerrero, Risco y Extremo O, Guerrero, Risco y Extremo E, se encontrará para el lado Guerrero Risco 2258.^m 57325.

La resolución de todos los demás triángulos da los valores de los lados que en seguida se expresan:

Base (medida)	=	900. ^m 4055
Extremo E — Risco	=	1210. 3484
Extremo E — Guerrero	=	1288. 6961
Extremo O — Risco	=	1072. 4533
Extremo O — Guerrero	=	1302. 4417
Guerrero — Risco	=	2959. 5733
Guerrero — Chiquihuite	=	4458. 7185
Risco — Chiquihuite	=	4497. 2791
Chiquihuite — Tesoro	=	6000. 7246
Risco — Cerro Gordo	=	4779. 0099
Cerro Gordo — Cruz	=	5178. 7702
Cruz — S. Lorenzo	=	5006. 7115
Reloj — S. Lorenzo	=	5370. 7074

Reloj — Cruz	=	4019. 8963
Reloj — Cerro Gordo	=	6382. 3164
Reloj — Risco	=	7912. 9509
Reloj — Chiquihuite	=	6806. 2625
Reloj — Tesoro	=	8110. 1981

Además de las observaciones hechas en cada vértice se hicieron otras en cuatro puntos que deberían quedar ligados á la red general; esos puntos fueron los cerros de Tenayo, el de Corona, el del Panal y el de la Cañada. Aplicando á cada uno de éstos la resolución que se da al problema de los tres vértices se obtienen los valores siguientes para las distancias á los vértices.

Tenayo — Chiquihuite	=	3370. ^m 5
Reloj — Panal	=	4877. 2
Chiquihuite — Panal	=	4465. 8
Reloj — Cañada	=	4819. 0
Reloj — Corona	=	6608. 5
Chiquihuite — Corona	=	3971. 3

Los lados se aproximaron poco, como se vé, porque los ángulos fueron medidos con instrumento que aproximaba minutos, y los cálculos fueron ejecutados con logaritmos de 5 cifras.

TRIANGULACIÓN SECUNDARIA.

Desde cada uno de los vértices que se ocuparon, se visaron todos los puntos que debían de quedar fijos en el plano y que pudieran servir para enlazar las operaciones de detalle, como picos de los cerros, cruces de las torres, etc.

A los cerros se les dirigían las visuales al punto más alto, y no se anotaba sino hasta los minutos en el círculo horizontal. A las cruces sí se les dirigían visuales cuidadosas en ambas posiciones del instrumento, y anotando tal como las daba su aproximación.

Los datos que resultaron de la observación son los siguientes:

Tabla de los triángulos secundarios que se pueden formar.

VÉRTICES.	ÁNGULOS.	VÉRTICES.	ÁNGULOS.
Sta. Clara.	63° 59' 23" 00	S. Bartolo.	93° 38' 42" 5
Chiquihuite	55 45 27.	Tesoro.	42 34 45. 0
Reloj	60 15 10.	Chiquihuite	43 46 32. 5
S. Pedro.	53 32 27. 5	Tultepee.	35 51 48. 0
Chiquihuite	29 34 37. 5	Reloj	91 2 25. 0
Risco	96 52 55.	Tesoro.	53 5 47. 0
H. del Risco.	29 46 17. 5	Cuautitlán.	50 16 28. 0
Risco	139 47 17. 5	Reloj	63 10 05.
Guerrero	10 26 25. 0	Tesoro.	66 33 27.
R. de S. José.	71 13 10.	Jajalpa.	73 50 40.
Extremo O.	54 43 10.	Cruz	78 22 30.
Risco	54 3 40.	Cerro Gordo	27 46 50.
Tlalnepantla	51 6 57. 5	Tonanitla.	18 53 32. 5
Chiquihuite	35 19 42. 5	Cruz.	103 27 37. 5
Tesoro	93 33 20. 0	Reloj	57 38 50. 0
Sta. Cecilia.	113 10 12. 5	Chalmita.	120 42 7.
Tesoro.	49 28 17. 5	Corona.	37 3 0.
Chiquihuite	17 21 30. 0	Chiquihuite.	22 14 3.

VÉRTICES.	ÁNGULOS.	VÉRTICES.	ÁNGULOS.
Magdalena	37° 22' 55" 0	Petlalcal 2°	78° 49' 00" 00
Reloj	76 18 10. 0	Cerro Gordo	55 23 —
Cruz	66 18 55. 0	Reloj	45 48 —
Huacalco.	92 25 —	Coahuis 1°	45 18 —
S. Lorenzo.	59 46 —	Guerrero	22 23 —
Reloj	27 49 —	Chiquihuite	112 19 —
S. Pablo.	27 1 50. 0	Coamilpa	131 40 —
Cruz.	78 49 0. 0	Reloj.	33 33 —
Reloj.	74 9 10. 0	Cruz.	14 47 —
Jagüey.	146 29 —	Cabeza Blanca.	84 5 —
Reloj.	15 35 —	Cruz.	32 46 —
Cruz.	17 56 —	Cerro Gordo	63 9 —
Cañada Coamilpa.	123 43 —	Petlalcal 1°	76 59 —
Reloj.	27 50 —	Cerro Gordo	50 25 —
Cruz.	28 27 —	Reloj.	52 36 —
Chiquihuite.	150 35 —	Petlalcal 3°	78 18 —
Cruz.	22 27 —	Cerro Gordo	46 36 —
Cerro Gordo	6 58 —	Reloj.	55 6 —

VÉRTICES.	ÁNGULOS.	VÉRTICES.	ÁNGULOS.
Coahuis 2°	73° 58' 00".00	Mina.	55° 45' 00".00
Cerro Gordo	38 31 —	Chiquihuite.	53 11 —
Reloj.	67 31 —	Tesoro.	71 4 —
Coahuis 3°	77 19 —	Esmeralda.	60 10 —
Cerro Gordo	39 44 —	Extremo O.	37 11 —
Reloj.	62 57 —	Risco.	82 39 —
Encinos.	53 16 —	Contra. te Pe- talcal.	29 43 —
Chiquihuite.	64 13 —	Extremo O.	87 3 —
Tesoro.	62 31 —	Risco.	63 14 —
Cerro (A).	34 31 —	Puerto de Vacas.	119 43 —
Risco	97 26 —	Reloj.	44 51 —
Extremo O.	48 3 —	Tesoro.	15 26 —
Puerto de Lobos.	37 46 —	Tierra Ama- rilla.	91 48 —
Risco	46 57 —	Chiquihuite.	45 50 —
Cerro Gordo	95 17 —	Cerro Gordo	42 22 —
Acetiado.	94 28 —		
Reloj.	60 34 —		
Cerro Gordo	24 58 —		

El tercer ángulo de todos estos triángulos está deducido; los quince primeros son para fijar los pueblos que figuran como primer vértice en cada uno de ellos, y los otros se refieren á picos de montañas que también están como primer vértice en cada triángulo. Su resolución da, para las distancias respectivas, los resultados siguientes:

Lados.	Valor.
Chiquihuite — Tierra Amarilla	5213. ^m 1
" — Mina	6866. 7
" — Encinos	6642. 3
" — Coahuis 1°	2888. 6
" — Sta. Clara	6575. 3
" — Tlalnepantla	7694. 2
" — S. Pedro	5551. 3
" — Sta. Cecilia	4961. 1
" — S. Bartolo	4068. 3
Tesoro — Tlalnepantla	4457. 7
" — Cuautitlán.	9409. 5
" — Sta. Cecilia	1947. 3
" — S. Bartolo	4159. 5
" — Tultepec	13841. 0
" — Mina	5811. 6
" — Encinos	6742. 1
" — Puerto de Vacas	6586. 0
Reloj — Huacalco	4644. 3
" — S. Pablo	8677. 4
" — La Magdalena	6063. 4
" — Tonanitla	12073. 3
" — Cuautitlán	9674. 4
" — Sta. Clara	6260. 7
" — Tultepec	11069. 5
" — Jagüey	2241. 5
" — Coamilpa	1373. ^m 0

Lados.	Valor.
Reioj — Cañada de Coamilpa	2302. 2
" — Petlalcal 1°	5048. 5
" — Petlalcal 2°	5354. 1
" — Petlalcal 3°	4735. 6
" — Coahuis 2°	4135. 4
" — Coahuis 3°	4181. 8
" — Acetiado	2702. 1
" — Puerto de Varas	2485. 0
Risco — S. Pedro	2759. 9
" — Hacienda del Risco	824. 1
" — Rancho de S. José	924. 7
" — La Esmeralda	747. 1
" — Puerto de Lobos	7770. 0
" — Cerro (A)	1407. 6
" — Contrafuerte Petlalcal	2160. 6
Cerro Gordo — Jajalpa	5881. 1
" — Cabeza Blanca	2817. 8
" — Chiquihuite 2°	4026. 5
" — Petlalcal 1°	5204. 0
" — Petlalcal 2°	4664. 2
" — Petlalcal 3°	4735. 6
" — Coahuis 2°	6135. 9
" — Coahuis 3°	5826. 3
" — Puerto de Lobos	5702. 1
" — Acetiado	5575. 5
" — Tierra Amarilla	5549. 2
La Cruz — Jajalpa	2513. 1
" — Tonanitla	10488. 0
" — La Magdalena	6433. 0
" — S. Pablo	8509. 2
" — Jagüey	1955. 6
" — Coamilpa	2973. 9
" — Cañada de Coamilpa	2256 ^m .3

Lados.	Valor.
La Cruz — Cabeza Blanca	4645. 2
" — Chiquihuite 2°	1278. 9
Guerrero — Hacienda del Risco	2938. 6
" — Coahuis 1°	2388. 6
Extremo O — Rancho de S. José	917. 1
" — La Esmeralda	1226. 1
" — Cerro (A)	1876. 7
" — Contrafuerte Petlalcal	1931. 5
San Lorenzo — Huacalco	2508. 4

Coordenadas de los vértices.

Orientación.

Para conocer las coordenadas de los vértices hay necesidad de conocer los azimuts de los lados que los ligan; y estos se deducen de los ángulos de los lados entre sí y el azimut de uno de ellos.

El lado que se escogió para determinar su azimut, fué Extremo E — Risco. En el Extremo E de la base se hizo estación colocando allí un teodolito inglés de 20" y en el Risco se colocó, en el día, una bandera y en la noche un fanal. El método empleado para medir el azimut consistió en medir, en el día, el ángulo entre la señal del Risco y los limbos O y E del sol, anotando las horas al hacer las observaciones al sol, y en la noche en medir el ángulo entre el fanal y la estrella polar, tomando igualmente la hora al visar á la polar. Los datos que resultaron de las observaciones son los siguientes:

Distancias zenitales del Sol. — Tiempo.

1. ^{er} Limbo 10 ^h 22 ^m 23 ^s . 4	} 41° 8' 30" directa	Barómetro á 0° 584 ^{mm} . 8
2. ^o " 10 26 46. 3		t ₁ 17° 2

1. ^{er} Limbo	10 27 48. 2	} 48 1 0 inversa
2. ^o „	10 32 24. 3	

Distancias zenitales de α Aurigae al E. — Tiempo

6 ^h 47 ^m 31 ^s . 4	41° 13' 50"	Directa	Barómetro = 583 ^{mm} 6 $t_1 = 16^\circ. 2$
6 51 22. 3	47 49 15	Inversa	
6 53 24. 0	42 12 10	Directa	
6 55 8. 9	47 11 50	Inversa	

Angulo entre la polar y el Risco.

Lectura para el Risco	92° 5' 30"	Directa
	272 5 15	Inversa

α Ursa Minoris.

		Círculo horizontal.	Círculo vertical.	
P. M.	11 ^h 3 ^m 41 ^s . 2	257° 33' 35"	69° 53' 30"	Inversa
„ „	12 5 49. 2	77 33 20	19 46 50	Directa

El instrumento daba en su posición directa alturas y distancias zenitales en la inversa. Con los primeros datos se determinó la corrección del cronómetro se encontró por las observaciones del Sol de $-0^m 02$ y por las observaciones de α Aurigae de $-0^m 45$.

Atendiendo á la exactitud de las observaciones, que fueron hechas con un teodolito topográfico y á la aproximación llevada en los cálculos (se calculó con 5 cifras), no se debe ver la diferencia de correcciones como debida á la marcha del cronómetro, que la tiene casi insignificante, sino más bien á la imperfección de los métodos empleados. Por lo expuesto, y atendiendo al objeto para el cual se quieren estas observaciones, creo que será

suficiente corregir las horas por una cantidad igual al promedio de las dos correcciones halladas. Hechas estas advertencias se puede pasar al cálculo del azimut del Risco. Como se vé el ángulo entre este punto y la polar fué de $14^\circ 31' 55''.0$ estando el Risco al E. de la polar, para esa hora resulta del cálculo que la polar tenía un azimut igual á $+1^\circ 18' 6''.27$, de donde resulta que el azimut del Risco es igual á $-13^\circ 13' 48''.73$. Durante el día se tomó varias veces el azimut magnético del Risco usando una brújula que permitía leer un minuto y resultó dicho azimut de $+4^\circ 47' 18''$, esta cantidad restada del azimut astronómico nos da la cantidad $8^\circ 26' 38''.73$ como declinación de la aguja magnética en aquel lugar.

Para ejecutar los cálculos anteriores se tomó una latitud aproximada de $19^\circ 31'$, y después con las observaciones de la polar se calculó la latitud, encontrando que la calculada de la supuesta sólo difieren unos segundos; no nos pareció conveniente por lo tanto modificar por esta cantidad los cálculos del azimut, pues introduciendo la nueva latitud casi no sufren cambio los valores anteriormente encontrados.

Conociendo el valor del azimut de un lado se puede pasar á calcular el de cada uno de los otros, para esto tomamos los valores de los ángulos tales como los dá la observación y no los compensados.

La tabla siguiente da los azimuts de los lados:

Lados.	Azimuts.
Reloj — Tesoro	106° 3' 47''. 77
„ — Chiquihuite	152 29 43 77
„ — Risco	— 172 57 3. 77
„ — Cerro Gordo	— 135 48 12. 77
„ — Cruz	— 81 40 56. 52
„ — S. Lorenzo	— 19 11 0. 27
Tesoro — Chiquihuite	— 129 11 53. 73
Chiquihuite — Risco	— 113 49 11. 23

Lados.	Azimuts.		
Risco — Cerro Gordo	— 46	42	12. 52
Cerro Gordo — Cruz	5	13	28. 90
Cruz — S. Lorenzo	26	14	8. 48
Risco — Guerrero	140	37	13. 77
Risco — Extremo E	166	46	11. 27
Risco — Extremo O	120	47	59. 27

Con estos azimuts se pueden determinar las coordenadas de cada vértice respecto del cual está tomado el azimut, para referirlas después á un solo punto.

La tabla siguiente contiene las coordenadas de cada punto referidas al meridiano que pasa por Cerro Gordo y su perpendicular que pasa por Guerrero.

Coordenadas de los vértices.

Vértices.	x	y
Tesoro	12242. ^m 123	7355. ^m 533
Chiquihuite	7591. 781	3563. 040
Risco	3477. 580	1746. 561
Guerrero	4911. 175	0. 0
Extremo E	3754. 585	568. 340
Extremo O	4398. 776	1197. 423
Cerro Gordo	0. 0	5023. 883
Cruz	470. 504	10181. 137
S. Lorenzo	2683. 794	14672. 073
Reloj	4448. 571	9599. 614

Pongo en seguida la tabla que contiene los azimuts de los vértices secundarios, que resultan de combinar el azimut del lado trigonométrico que sirvió para fijarlos con alguno de los dos ángulos medidos en uno de sus extremos.

Lados.	Azimuts.	
Chiquihuite — Tierra Amarilla	— 33°	14'. 9
„ — Mina	— 2	22. 9
„ — Encinos	— 13	24. 9
„ — Coahuil 1°	— 30	43. 9
„ — Sta. Clara	— 83	15. 7
„ — Tlalnepantla	86	7. 8
„ — S. Pedro	— 84	14. 5
„ — Sta. Cecilia	68	9. 6
„ — S. Bartolo	94	34. 6
Tesoro — Cuautitlán	— 7	22. 8
„ — Tultepec	— 20	50. 4
„ — Puerto de Vacas	— 89	22. 2
Reloj — Huacaleo	8	38. 0
„ — S. Pablo	— 7	31. 8
„ — La Magdalena	— 5	22. 8
„ — Tonanitla	— 24	2. 1
„ — Jagüey	— 66	5. 9
„ — Coamilpa	— 115	13. 9
„ — Cañada Coamilpa	— 109	30. 9
„ — Petlalcal 1°	171	35. 8
„ — Petlalcal 2°	178	23. 8
„ — Petlalcal 3°	169	5. 8
„ — Coahuil 2°	156	40. 8
„ — Coahuil 3°	161	14. 8
„ — Acetiado	163	37. 8
Risco — Hacienda del Risco	0	50. 0
„ — S. José	66	44. 3
„ — La Esmeralda	38	8. 9
„ — Puerto de Lobos	0	14. 8
„ — Cerro (A)	23	21. 9
„ — Contrafuerte Petlalcal	57	33. 9
Cerro Gordo — Jajalpa	22	33. 4
„ — Cabeza Blanca	68	22. 4
„ — Chiquihuite 2°	— 1	44. 6

Lados.	Azimuths.
Chiquihuite — Tenayo	77° 53'. 5
” — Corona	42 34. 2
Reloj — Panal	111 34. 7
” — Cañada	107 36. 5

Con estos datos se calcularon las coordenadas de los puntos respecto al vértice desde el cual se tomó el azimuth, y agregándoles á esas coordenadas las del vértice á que están referidas, se obtuvieron las coordenadas absolutas referidas á los ejes Cerro Gordo — Guerrero. La tabla siguiente da esas coordenadas.

Vértices.	x	y
Sta. Clara	1061. ^m 8	4334. ^m 5
S. Pedro	2068. 6	4119. 9
Hacienda del Risco	3489. 5	2570. 6
Rancho de S. José	4327. 1	2102. 5
Jajalpa	— 2025. 8	9901. 1
Tonanitla	— 468. 7	20626. 1
La Magdalena	3880. 3	15636. 3
S. Pablo	3311. 5	18202. 2
Huacalco	5145. 7	14191. 2
Tultepec	7318. 1	20290. 9
Cuautitlán	11033. 5	16686. 7
Tlalnepantla	15268. 4	4082. 3
Sta. Cecilia	12196. 8	5406. 5
S. Bartolo	11647. 1	3238. 4
Mina	7306. 5	10423. 7
Encinos	6050. 8	10024. 2
Puerto de Lobos	3511. 0	9516. 6
Cañada de Coamilpa	2278. 7	8830. 6
Coamilpa	3206. 5	9014. 3
Jagüey	2399. 3	10507. 8
Chiquihuite 2°	— 122. 4	9048. 6
Cabeza Blanca	2619. ^m 5	6062. ^m 5
La Esmeralda	3939. 1	2334. 1

Vértices.	x	y
Cerro (A)	4035. 8	3038. 7
Contrafuerte Petlalcal	5301. 2	2905. 4
Petalcal 1°	5186. 6	4605. 2
” 2°	4598. 4	4247. 6
” 3°	5343. 6	4949. 4
Acetiado	5210. 2	7007. 0
Puerto de Vacas	5656. 6	7427. 9
Tierra Amarilla	4733. 6	7922. 7
Coahuis 2°	6371. 2	5616. 2
” 1°	6085. 6	5800. 3
” 3°	5793. 0	5639. 9
Corona	10277. 5	6488. 5
Panal	8984. 0	7805. 9
Cañada	9041. 8	8141. 8
Tenayo	10887. 3	4270. 0

NIVELACIÓN.

En cada uno de los vértices que se ocuparon se tomaron las indicaciones del círculo vertical en ambas posiciones, cuando el hilo horizontal del retículo era tangente al perfil de la montaña y la visual se dirigía á punto trigonométrico, y simplemente en una posición cuando se dirigía á un punto que no era vértice principal.

En el polígono que forma la triangulación se tomaron más datos de los indispensables, lo que nos permite hacer una compensación de desniveles por el método de los mínimos cuadrados, y respecto á esos vértices referiremos todos los desniveles de los otros puntos para después reducirlos todos ellos á un plano de comparación común.

El plano á que referiremos todas nuestras alturas será el que pasa por el extremo E. de la base, por ser el más bajo y cuya acotación respecto de México es aproximadamente conocida.

La tabla siguiente contiene las distancias zenitales de los puntos desde cada uno de los que se expresan.

Lados.	Azimuths.
Chiquihuite — Tenayo	77° 53'. 5
” — Corona	42 34. 2
Reloj — Panal	111 34. 7
” — Cañada	107 36. 5

Con estos datos se calcularon las coordenadas de los puntos respecto al vértice desde el cual se tomó el azimuth, y agregándoles á esas coordenadas las del vértice á que están referidas, se obtuvieron las coordenadas absolutas referidas á los ejes Cerro Gordo — Guerrero. La tabla siguiente da esas coordenadas.

Vértices.	x	y
Sta. Clara	1061. ^m 8	4334. ^m 5
S. Pedro	2068. 6	4119. 9
Hacienda del Risco	3489. 5	2570. 6
Rancho de S. José	4327. 1	2102. 5
Jajalpa	— 2025. 8	9901. 1
Tonanitla	— 468. 7	20626. 1
La Magdalena	3880. 3	15636. 3
S. Pablo	3311. 5	18202. 2
Huacalco	5145. 7	14191. 2
Tultepec	7318. 1	20290. 9
Cuautitlán	11033. 5	16686. 7
Tlalnepantla	15268. 4	4082. 3
Sta. Cecilia	12196. 8	5406. 5
S. Bartolo	11647. 1	3238. 4
Mina	7306. 5	10423. 7
Encinos	6050. 8	10024. 2
Puerto de Lobos	3511. 0	9516. 6
Cañada de Coamilpa	2278. 7	8830. 6
Coamilpa	3206. 5	9014. 3
Jagüey	2399. 3	10507. 8
Chiquihuite 2°	— 122. 4	9048. 6
Cabeza Blanca	2619. ^m 5	6062. ^m 5
La Esmeralda	3939. 1	2334. 1

Vértices.	x	y
Cerro (A)	4035. 8	3038. 7
Contrafuerte Petlalcal	5301. 2	2905. 4
Petalcal 1°	5186. 6	4605. 2
” 2°	4598. 4	4247. 6
” 3°	5343. 6	4949. 4
Acetiado	5210. 2	7007. 0
Puerto de Vacas	5656. 6	7427. 9
Tierra Amarilla	4733. 6	7922. 7
Coahuis 2°	6371. 2	5616. 2
” 1°	6085. 6	5800. 3
” 3°	5793. 0	5639. 9
Corona	10277. 5	6488. 5
Panal	8984. 0	7805. 9
Cañada	9041. 8	8141. 8
Tenayo	10887. 3	4270. 0

NIVELACIÓN.

En cada uno de los vértices que se ocuparon se tomaron las indicaciones del círculo vertical en ambas posiciones, cuando el hilo horizontal del retículo era tangente al perfil de la montaña y la visual se dirigía á punto trigonométrico, y simplemente en una posición cuando se dirigía á un punto que no era vértice principal.

En el polígono que forma la triangulación se tomaron más datos de los indispensables, lo que nos permite hacer una compensación de desniveles por el método de los mínimos cuadrados, y respecto á esos vértices referiremos todos los desniveles de los otros puntos para después reducirlos todos ellos á un plano de comparación común.

El plano á que referiremos todas nuestras alturas será el que pasa por el extremo E. de la base, por ser el más bajo y cuya acotación respecto de México es aproximadamente conocida.

La tabla siguiente contiene las distancias zenitales de los puntos desde cada uno de los que se expresan.

Puntos de observación.	Puntos observados.	Distancias zenitales.
Extremo E	Risco	87° 3' 29" 5
	Extremo O	90 0 2.5
	Guerrero	81 30 35.0
Extremo O.	Guerrero	81 39 55.0
	Risco	86 46 5.0
	Extremo E	90 5 12.5
	Contrafuerte Petlalcal	87 9 35.0
	Esmeralda	86 27 35.0
	Cerro (A)	85 5 35.0
Guerrero	Chiquihuite 1°	86 8 42.5
	Extremo O	98 21 0.0
	Risco	93 17 20.0
	Coahuis 1°	87 47 0.0
Risco	Extremo E	98 31 15.0
	Chiquihuite 1°	84 34 50.0
	Reloj	85 30 25.0
	Cerro Gordo	88 16 47.5

Puntos de observación.	Puntos observados.	Distancias zenitales.
Risco.	Extremo E	93° 3' 50" 0
	Extremo O	93 11 53.75
	Guerrero	86 47 5.00
	Esmeralda	88 55 42.5
	Cerro (A)	85 57 17.5
	Contrafuerte Petlalcal	89 4 25.0
Tesoro.	Puerto de Lobos	86 2 37.5
	Chiquihuite 1°	88 36 0.0
	Reloj	87 34 30.0
	Mina	86 45 20.0
	Encinos	86 47 45.0
Chiquihuite	Puerto de Vacas	89 17 10.0
	Guerrero	93 50 40.0
	Risco	95 28 55.0
	Cerro Gordo	92 11 2.5
	Reloj	88 25 30.0
	Tesoro	91 27 50.0
	Tierra Amarilla	89 16 2.0

Puntos de observación.	Puntos observados.	Distancias zenitales.
	Mina	88° 33' 52" 0
	Encinos	87 45 12. 0
Chiquihuite	Coahuis 1°	91 27 30. 0
	Tenayo	94 21 32. 0
	Corona	90 27 40. 0
	Chiquihuite	87 53 10. 0
	Risco	91 44 20. 0
	Cruz.	88 28 55. 0
	Reloj	85 41 35. 0
	Cabeza Blanca	88 3 11. 0
	Chiquihuite 2°	88 53 26. 0
Cerro Gordo	Petlaleal 1°	87 7 26. 0
	" 2°	87 22 46. 0
	" 3°	87 21 46. 0
	Coahuis 2°	87 47 26. 0
	" 3°	87 40 41. 0
	Puerto de Lobos	85 44 41. 0
	Acetiado	87 16 21. 0
	Tierra Amarilla	87 4 21. 0

Puntos de observación.	Puntos observados.	Distancias zenitales.
	Tesoro	92° 25' 35" 0
	Chiquihuite 1°	91 39 35. 0
	Risco	94 34 15. 0
	Cerro Gordo	94 21 42. 5
	Cruz	94 54 10. 0
	Jagüey	92 54 39. 0
	Coamilpa	94 18 19. 0
Reloj	Cañada Coamilpa	94 4 9. 0
	Petlaleal 1°	92 42 49. 0
	" 2°	93 11 31. 0
	" 3°	93 5 9. 0
	Coahuis 2°	93 39 49. 0
	" 3°	93 14 39. 0
	Acetiado	94 48 29. 0
	Puerto de Vacas	96 18 54. 0
	Cerro Gordo	91 33 40. 0
	Reloj	85 9 15. 0
Cruz	Jagüey	84 12 3. 0
	Coamilpa	84 33 53. 0

Puntos de observación.	Puntos observados.	Distancias zenitales.
Cruz	Cañada Coamilpa	84° 55' 58" 0
	Cabeza Blanca	90 2 13. 0
	Chiquihuite 2°	92 43 18. 0

Para encontrar los desniveles haremos uso solamente de la fórmula $d = s \cot z$, es decir, la distancia de los dos puntos multiplicada por la cotangente de la distancia zenital de uno respecto al otro; pues la refracción y curvatura de la tierra influyen muy poco á causa de lo pequeños que son nuestros lados; pues el mayor que es el Reloj — Tesoro vale solamente 8110 metros, y es fácil ver qué error resulta en los desniveles despreciando la refracción y curvatura de la tierra.

La fórmula para encontrar el desnivel de dos puntos es:

$$d = s \cot z + \frac{0.5 - c}{R} s^2$$

en la que

z la distancia zenital medida desde uno de ellos

c coeficiente de refracción que haremos igual á 0.06

R radio de la tierra.

s es la cuerda que une los pies de las verticales de los dos puntos y para deducir del arco que une dichos pies, que es en realidad lo que conocemos, tenemos que hacer uso de la fórmula siguiente:

$$s = a - \frac{a^3}{24 R^2}$$

Haciendo en esta fórmula $a = 8110^m$, lado mayor de nues-

tra triangulación principal se encuentra:

$$\frac{a^3}{24 R^2} = 0.0005$$

Si pues en la fórmula del desnivel le consideramos á s un error de 0.0005, veamos qué error produce: para esto diferenciamos á d en s

$$\frac{d.d}{d.s} = \cot z + 2 \left(\frac{0.5 - c}{R} \right) s$$

suponiendo á $z = 85^\circ$, distancia zenital más común en nuestras medidas, á $s = 8110$ lado máximo, y $d s = 0.0005$ se tiene

$$d.d = (0.087 + 0.0011) 0.0005 = 0.000044$$

error despreciable; así solamente haremos uso de la fórmula

$$d = s \cot z.$$

Haciendo uso de esta fórmula y llevando en cuenta la altura del instrumento, en cada estación se encuentran los desniveles de los puntos; para los puntos secundarios tomaremos el promedio que les resulte de las acotaciones reducidas á un mismo plano, y para vértices trigonométricos haremos una compensación. La tabla siguiente contiene los desniveles de los vértices principales.

Referencias.	Vértices.	Acotaciones.
E Extremo E	Risco	63. ^m 52
	Extremo O	1. 28
	Guerrero	192. 77

Referencias.	Vértices.	Acotaciones.
O Extremo O.	Guerrero	191. ^m 13
	Risco	60. 34
	Extremo E	— 1. 28
Ch Chiquihuite	Guerrero	— 299. 95
	Risco	— 429. 11
	Cerro Gordo	— 290. 22
	Reloj	192. 82
	Tesoro	— 150. 02
R' Reloj	Tesoro	— 343. 75
	Chiquihuite	— 192. 82
	Risco	— 627. 36
	Cerro Gordo	— 484. 40
	Cruz	— 343. 00
G Guerrero	Chiquihuite	299. 95
	Risco	— 128. 45
	Extremo E	— 192. 77
	Extremo O	— 191. 13

Referencias.	Vértices.	Acotaciones.
T Tesoro	Chiquihuite	150. ^m 02
	Reloj	343. 75
CG Cerro Gordo	Chiquihuite	290. 22
	Risco	— 144. 20
	Cruz	139. 29
	Reloj	484. 40
Cz Cruz	Cerro Gordo	— 139. 29
	Reloj	343. 00

Con las acotaciones anteriores podremos formar ecuaciones de condición para compensar los desniveles por los mínimos cuadrados.

Las condiciones son que los tres desniveles de los vértices de cada triángulo, uno respecto de los otros, sumados deben dar 0.

Para establecer las ecuaciones de condición designaremos á cada vértice por la letra que tienen en la tabla anterior, y las correcciones del desnivel de un punto respecto á otro, por las dos letras de los vértices dentro de un paréntesis, poniendo primero la letra del vértice respecto del cual se tiene el desnivel, y por segunda la del punto cuyo desnivel se busca.

Ecuaciones de condición.

$$\begin{aligned}
 -1.90 + (EO) + (OR) + (RE) &= 0 \\
 0.26 + (EO) + (OG) + (GE) &= 0 \\
 -0.71 + (RG) + (GCh) + (ChR) &= 0 \\
 5.43 + (ChR) + (RR') + (R'Ch) &= 0 \\
 0.91 + (R'Ch) + (ChT) + (TR) &= 0 \\
 -1.24 + (RR') + (RCG) + (CGR) &= 0 \\
 -2.11 + (RCG) + (CGCz) + (CzR') &= 0
 \end{aligned}$$

Debe notarse desde luego que no hacemos entrar las distancias entre los puntos, por lo que no encontraremos las correcciones de las distancias zenitales sino las de las acotaciones.

Llamando k_1, k_2 , etc. las indeterminadas, resultan las siguientes

Ecuaciones correlativas.

$$\begin{aligned}
 (EO) &= k_1 + k_2 \\
 (OR) &= k_1 \\
 (RE) &= k_1 \\
 (OG) &= + k_2 \\
 (GE) &= + k_2 \\
 (RG) &= + k_3 \\
 (GCh) &= + k_3 \\
 (ChR) &= + k_3 + k_4 \\
 (ChR') &= + k_4 + k_5 \\
 (R'R) &= + k_4 + k_5 \\
 (TCh) &= + k_5 \\
 (R'T) &= + k_5 \\
 (RCG) &= + k_6 \\
 (R'CG) &= + k_6 + k_7 \\
 (CGCz) &= + k_7 \\
 (RCz) &= + k_7
 \end{aligned}$$

Coeficientes sumatorios.

$$\begin{aligned}
 [aa] &= 3 \\
 [ab] &= 1 \quad [bb] = 3 \\
 [ac] &= 0 \quad [bc] = 0 \quad [cc] = 3 \\
 [ad] &= 0 \quad [bd] = 0 \quad [cd] = 1 \quad [dd] = 3 \\
 [ae] &= 0 \quad [be] = 0 \quad [ce] = 0 \quad [de] = 1 \quad [ee] = 3 \\
 [af] &= 0 \quad [bf] = 0 \quad [cf] = 0 \quad [df] = 1 \quad [ef] = 0 \quad [ff] = 3 \\
 [ag] &= 0 \quad [bg] = 0 \quad [cg] = 0 \quad [dg] = 0 \quad [eg] = 0 \quad [fg] = 1 \quad [gg] = 3
 \end{aligned}$$

Ecuaciones normales.

$$\begin{aligned}
 -1.90 + 3k_1 + k_2 &= 0 \\
 0.26 + k_1 + 3k_2 &= 0 \\
 -0.71 + 3k_3 + k_4 &= 0 \\
 5.43 + k_3 + 3k_4 + k_5 + k_6 &= 0 \\
 0.91 + k_4 + 3k_5 &= 0 \\
 -1.24 + k_4 + 3k_6 + k_7 &= 0 \\
 -2.11 + k_6 + 3k_7 &= 0
 \end{aligned}$$

De estas ecuaciones resultan para las k los valores siguientes:

$$\begin{aligned}
 k_1 &= 0.7450 \\
 k_2 &= -0.3350 \\
 k_3 &= 1.1838 \\
 k_4 &= -2.8414 \\
 k_5 &= 0.6438 \\
 k_6 &= 1.2666 \\
 k_7 &= 0.2816
 \end{aligned}$$

Sustituyendo estos valores en las correlativas se encuentran los valores siguientes:

(E O) = 0.40	(Ch R ¹) = -2.19
(O R) = 0.75	(R R ¹) = -1.57
(R E) = 0.75	(T Ch) = 0.64
(O G) = -0.34	(R ¹ T) = 0.64
(G E) = -0.34	(R CG) = 1.27
(R G) = 1.18	(R ¹ CG) = 1.55
(G CH) = 1.18	(CG Cz) = 0.28
(Ch R) = -1.66	(R ¹ Cz) = 0.28

Aplicando estas correcciones resultan las acotaciones siguientes:

Acotación de O respecto á E	1.68	
" " G " " O	190.80	
" " E " " G	-192.48	suma... 0.0
" " O " " E	1.68	
" " R " " O	61.09	
" " E " " R	-62.77	" 0.0
" " G " " R	129.63	
" " Ch " " G	301.13	
" " R " " Ch	-430.77	" -0.01
" " R ¹ " " Ch	195.01	
" " R " " R ¹	-625.79	
" " Ch " " R	430.77	" -0.01
" " R ¹ " " Ch	195.01	
" " T " " R ¹	-344.39	
" " Ch " " T	149.38	" 0.0
" " R ¹ " " R	625.79	
" " R " " CG	-142.93	
" " CG " " R ¹	-482.85	" 0.01
" " CG " " R ¹	-482.85	
" " R ¹ " " Cz	343.28	
" " Cz " " CG	139.57	" 0.0

Como se vé hay pequeños errores no mayores á ± 1 que son debidos á la aproximación, y despreciables.

Todas las acotaciones anteriores las reduciremos á un mismo plano de comparación que será, como ya dijimos antes, el que pasa por el extremo E. de la base. Los resultados son los siguientes:

Extremo E	0 ^m 0
" O	1. 68
Risco	62. 77
Guerrero	192. 48*
Chiquihuite	493. 56
Tesoro	344. 18
Cerro Gordo	205. 70
Cruz	345. 27
Reloj	688. 55

Conociendo las acotaciones de los vértices principales al plano de comparación y las de los vértices secundarios, referidas á los vértices principales desde donde se observaron, por simples sumas podremos reducir estas últimas al plano común de comparación. Mas como cada punto fué visto cuando menos de dos vértices, resultarán para cada uno de ellos dos acotaciones que deberían ser iguales; pero que debido á los pequeños errores inevitables resultan con pequeñas diferencias, por lo que para determinar su acotación tomaremos el promedio de las dos ó más que se tengan de él, y así resulta la lista siguiente:

La Esmeralda	78 ^m 54
Contrafuerte Petlalcal	99. 00
Cerro (A)	163. 95
Tenayo	238. 00

* Esta acotación no se debe ver como la altura del cerro, pues no se hizo estación en su cumbre sino un poco más abajo.

Chiquihuite 2°	285. 53
Cabeza Blanca	323. 33
Petalcal 1°	459. 45
" 2°	405. 82
" 3°	429. 28
Coahuil 1°	420. 45
" 2°	434. 35
" 3°	447. 70
Acetiado	467. 54
Puerto de Vacas	421. 96
Corona	462. 95
Panal	442. 56
Cañada	529. 55
Tierra Amarilla	561. 58
Jagüey	559. 05
Cañada Coamilpa	536. 25
Puerto de Lobos	631. 14
Coamilpa	607. 91
Mina	671. 00
Encinos	739. 26

SUPERFICIE.

La superficie que calcularemos, es la comprendida en el polígono que pasa por los puntos: Guerrero, Cerro Gordo, Jajalpa, Tonanitla, S. Pablo, Tultepec, Cuautitlán, Tesoro y Tlalnepantla.

La fórmula que usamos es la que expresa, que la doble superficie es igual á la suma algebraica de los productos que resultan de multiplicar la abscisa de cada vértice por la ordenada del vértice que precede, menos la del que le sigue. De las coordenadas de los puntos citados resultan los productos siguientes:

Con la abscisa de Guerrero	-	4624385. 92
" " " " Cerro Gordo		0. 00
" " " " Jajalpa	+	31606936. 76
" " " " Tonanitla	+	3890725. 57
" " " " S. Pablo	+	1110014. 80
" " " " Tultepec	+	11090580. 55
" " " " Cuautitlán	+	142722735. 90
" " " " Tesoro	+	154304325. 24
" " " " Tlalnepantla	+	112306716. 20
Suma.....		452407649. 10
Superficie =		226203824.55

número que expresa metros cuadrados ó sean

$$226^M 20^H 38^A 24,55.$$

Esto es en resumen la parte correspondiente á *planometría general*; pero además se ejecutaron todas las operaciones de detalle que pudieran servir para configurar mejor el terreno.

Los instrumentos que se usaron principalmente fueron el Cleps y Taqueómetro Italiano y el Telémetro Stark.

Los procedimientos empleados principalmente el radiométrico y el de coordenadas rectangulares.

DESCRIPCIÓN DE LA SIERRA.

He procurado tomar los principales datos geológicos para poder formar, aunque sea de una manera elemental, la descripción de este pequeño núcleo montañoso que, encontrándose tan sólo á seis kilómetros al Norte de nuestra capital, era relativamente poco conocido.

Mis deseos eran hacer una descripción detallada y presentar

Chiquihuite 2°	285. 53
Cabeza Blanca	323. 33
Petalcal 1°	459. 45
" 2°	405. 82
" 3°	429. 28
Coahuil 1°	420. 45
" 2°	434. 35
" 3°	447. 70
Acetiado	467. 54
Puerto de Vacas	421. 96
Corona	462. 95
Panal	442. 56
Cañada	529. 55
Tierra Amarilla	561. 58
Jagüey	559. 05
Cañada Coamilpa	536. 25
Puerto de Lobos	631. 14
Coamilpa	607. 91
Mina	671. 00
Encinos	739. 26

SUPERFICIE.

La superficie que calcularemos, es la comprendida en el polígono que pasa por los puntos: Guerrero, Cerro Gordo, Jajalpa, Tonanitla, S. Pablo, Tultepec, Cuautitlán, Tesoro y Tlalnepantla.

La fórmula que usamos es la que expresa, que la doble superficie es igual á la suma algebraica de los productos que resultan de multiplicar la abscisa de cada vértice por la ordenada del vértice que precede, menos la del que le sigue. De las coordenadas de los puntos citados resultan los productos siguientes:

Con la abscisa de Guerrero	-	4624385. 92
" " " " Cerro Gordo		0. 00
" " " " Jajalpa	+	31606936. 76
" " " " Tonanitla	+	3890725. 57
" " " " S. Pablo	+	1110014. 80
" " " " Tultepec	+	11090580. 55
" " " " Cuautitlán	+	142722735. 90
" " " " Tesoro	+	154304325. 24
" " " " Tlalnepantla	+	112306716. 20
Suma.....		452407649. 10
Superficie =		226203824.55

número que expresa metros cuadrados ó sean

$$226^M 20^H 38^A 24,55.$$

Esto es en resumen la parte correspondiente á *planometría general*; pero además se ejecutaron todas las operaciones de detalle que pudieran servir para configurar mejor el terreno.

Los instrumentos que se usaron principalmente fueron el Cleps y Taqueómetro Italiano y el Telémetro Stark.

Los procedimientos empleados principalmente el radiométrico y el de coordenadas rectangulares.

DESCRIPCIÓN DE LA SIERRA.

He procurado tomar los principales datos geológicos para poder formar, aunque sea de una manera elemental, la descripción de este pequeño núcleo montañoso que, encontrándose tan sólo á seis kilómetros al Norte de nuestra capital, era relativamente poco conocido.

Mis deseos eran hacer una descripción detallada y presentar

un estudio general de su Geología, que me parece importante, por ser estas montañas las que representan, en gran parte, los efectos de los grandes acontecimientos volcánicos que tuvieron lugar en nuestro valle en épocas remotas y tal vez en las de su formación. Pero ni mis conocimientos, ni los datos adquiridos directamente ó por consulta me ha permitido formar este estudio de la manera que yo hubiera deseado, por lo que solamente me limito á presentar estos ligeros apuntes, para dar mi pequeño contingente á la Geografía é Historia Natural de nuestro valle.

Estos apuntes constan de las dos partes siguientes: Primera, *Conocimiento de su situación, su aspecto físico y papel que desempeña en la Meteorología del Valle.* Segunda, *Geología y algunas noticias de su flora y fauna.*

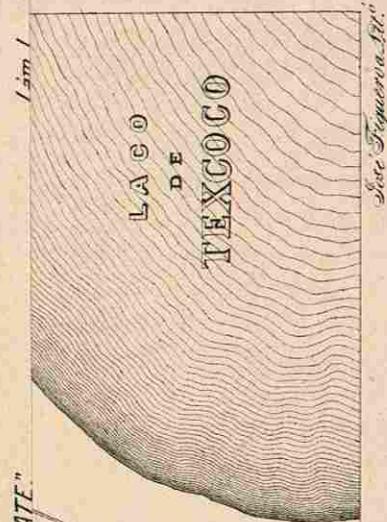
SITUACIÓN Y ASPECTO FÍSICO.

La Sierra de Guadalupe se encuentra comprendida entre los $19^{\circ} 28'$ y $19^{\circ} 37'$ de lat. N. y 5^m al E. y 4^m al O. del meridiano que pasa por la torre Occidental de la Catedral de México. Ocupa un espacio cuya extensión es de 16 kilómetros de N. á S., por 17 kilómetros de O. á E.

Esta sierra se puede considerar, según la expresión muy adecuada del Sr. D. Mariano Bárcena, como una península continental que se interna en el Valle de México, uniéndose al sistema general de montañas por el Puerto de Barrientos.

Al Norte termina rápidamente cerca del lago de S. Cristóbal y de los pueblos de S. Lorenzo, la Magdalena, Huacalco y otros, extendiéndose después la llanura que contiene el lago citado y los de Xaltocan y Zumpango.

Por el Sur termina por los cerros de Tenayo, el Chiquihuite



SOCIEDAD CIENTIFICA "ANTONIO ALZATE"

Tomo II.

Soc. Geogr. Mex.

te, cuya altura es de 493^m; de este pico baja la línea con su mayor pendiente hasta terminar en la pequeña eminencia del cerro de las Cuchillas que sólo tiene 40^m y cuyos flancos están á pico, debido á la gran explotación que se ha hecho en ese lugar de la cantera.

De diversos puntos de esta línea, que como dijimos antes es la que puede considerarse como principal, se desprenden en diversos sentidos contrafuertes ó estribos casi tan notables como la cresta general. Los más importantes son los que se dirigen al Oriente, y entre estos se forman las principales cañadas que contiene la sierra y cuyas aguas se reúnen en el lago de Texcoco. El primero, comenzando por el Norte, es el que desprendiéndose del cerro del Reloj ó de los Ocotes sigue por los picos llamados de Coamilpa, en el último de los cuales se bifurca formando al Sur el cerro del Chiquihuite, al pie del cual se encuentran los pueblos de Jajalpa y Tultepec, y al Norte el cerro de la Cruz, en cuyas laderas se encuentra el pequeño y pintoresco pueblo de S. Cristóbal Ecatepec.

Otro de los contrafuertes importantes es el formado por los cerros del Puerto de Lobos, Cabeza Blanca y Cerro Gordo, este último se avanza bastante en el valle y llega casi hasta la orilla misma del lago de Texcoco.

Siguen otros de menor importancia hasta el formado por los picos del Petlalcal y sus dependencias, en cuyas últimas ramificaciones se encuentra la pequeña hacienda del Risco. Estos son, en resumen, los contrafuertes principales que todos se dirigen más ó menos al Oriente. En el Poniente de la sierra se encuentra otra de sus ramificaciones formada por los cerros del Panal, Cañada, Corona y Tenayo. Entre estas eminencias y el Chiquihuite se forma el valle de Coatepec, uno de los más amplios y en el fondo del cual se encuentra casi perdido el pequeño pueblo de Coatepec del cual toma su nombre. El cerro de Corona termina en la parte superior por una planicie suavemente inclinada hacia el Poniente hasta llegar á una cuesta sumamente quebrada y de difícil acceso, que es la que lo separa de

los cerros del Tesoro y Palomas, que son las primeras eminencias de la sierra por el lado del Poniente.

Largo sería describir cada uno de los accidentes principales de la sierra, y basta decir que éstos forman extensas ramificaciones en toda la parte SO. y SE.; no así en la región Norte, donde desde los vértices más altos, Encinos, Mina, Reloj, etc., se desciende rápidamente á la llanura.

Lo sumamente accidentado del terreno que acabamos de describir, no permite que las aguas que bajan de sus crestas se reúnan para formar corrientes de alguna consideración, por lo contrario, las aguas se encuentran sumamente divididas formando verdaderos torrentes, cuyo cauce está casi todo el año seco, y sólo después de las fuertes lluvias, en la estación propia, lleva al valle su contingente de ese líquido. Serían varias las corrientes que tendríamos que describir, pues por cada cañada ó por cualquiera inflexión que presenta el terreno pasa alguna; pero solamente estudiaremos aquellas en las que estén más ampliamente representados todos los fenómenos que las demás sólo presentan en menor escala.

Las principales son las que nacen en los pliegues que se forman en las accidentadas faldas del cerro de Córdoba, algunas de las cuales bajan agua todo el año, alimentadas por algunos veneros que, aunque muy pobres, se abren salida por las grietas del terreno.

Siguen, por orden de importancia, las corrientes que han formado el valle de Coatepec y el de S. Pedro Xalostoc: el primero de éstos nace en los quiebres meridionales del cerro de los Encinos, formando dos brazos principales que se unen en uno solo abajo del pueblo, para terminar en un gran pantano que conserva el agua que baja de las montañas durante el año. El segundo de estos torrentes está sumamente dividido en su parte superior, pues sus diversos afluentes nacen unos en el Acetiado, otros en el pico llamado Tierra Amarilla, y por último, los principales bajan de los muy pendientes *thalwegs*, que presentan por este lado los Encinos y el Reloj; todas estas corrientes se

reunen en una sola que, pasando por entre los pueblos de S. Pedro y de Sta. Clara Coautitla, va á terminar en el lago de Texcoco.

El carácter de estos torrentes es idéntico y su modo de formación uno mismo. Comienzan por la reunión de corrientes pequeñas y muy pendientes, formadas á su vez por tenues hilos de agua, cuyas huellas son apenas apreciables; estas corrientes después de recorrer espacios más ó menos cortos, pero siempre muy sinuosos y pendientes, se reúnen en un solo cauce de pendiente más suave, sección menos irregular y que es en donde alcanza el agua su mayor velocidad. Los lechos de estas corrientes están cavados por ellas mismas en el terreno que atraviesan, haciendo aparecer los *grands bloks* que generalmente se encuentran diseminados con alguna abundancia en los terrenos que, como estos del valle que nos ocupa, están formados por la acción mecánica del agua. En la parte donde terminan, su sección se ensancha rápidamente y su pendiente casi se hace nula, lo que origina un depósito casi instantáneo de los elementos más pesados que el agua traía en suspensión, yendo á depositar más lejos y como radiando del fin como centro, los guijarros más pequeños, y por último las arenas más finas.

Los vasos que reciben las aguas que bajan estas corrientes son dos: el lago de S. Cristóbal y el de Texcoco. El primero recibe todas las corrientes que bajan por el Norte, excepto algunas que se dirigen muy al Occidente y que seguramente van á aumentar las aguas del río de Cuautitlán. El lago de Texcoco recibe todas las aguas que bajan por el Sur y por el Oriente, las primeras por el intermedio del río de Tlalnepantla, que después que se le ha reunido el río de los Remedios toma el nombre de río de Guadalupe, por pasar muy cerca al Sur de esta villa, y desde donde corre para ir á perderse en el lago de Texcoco. En cuanto á las aguas que bajan por el Oriente directamente corren hasta el mismo lago.

**PAPEL QUE DESEMPEÑA LA SIERRA
en la Meteorología del Valle.**

Durante las operaciones de reconocimiento que ejecutamos con el fin de formar el croquis del terreno, se hicieron las observaciones necesarias, de barómetro y termómetro, para formar una nivelación barométrica, y en aquellos puntos en los que permanecimos algunas horas, obtuvimos series de los valores de la temperatura y de la presión atmosférica que nos han dado á conocer, en cierta manera, el papel que la sierra desempeña en el desarrollo de ciertos fenómenos meteorológicos locales.

Uno de los elementos cuyas variaciones llamó más nuestra atención, fué el de la temperatura. En efecto, por la observación constante, como es muy sabido, se ha llegado á establecer como regla general, que la temperatura en su variación diurna va aumentando progresivamente, desde las primeras horas de la mañana, hasta alcanzar un *máximum* que generalmente tiene lugar entre las dos y tres de la tarde; pues bien, este fenómeno no se verifica en las cumbres de estas montañas, como se podrá ver por los registros que van á continuación y que aun cuando presentan pocos datos, todos concurren probando lo contrario á lo que dice la regla anteriormente citada.

Cerro de Sta. Isabel.

Diciembre 3.

á 11 A. M.	13° 7
á 12 A. M.	13. 2
á 1 P. M.	12. 2
á 2 P. M.	11. 7

Cerro del Chiquihuite.

*Mayo 4.**

á 10 A. M.	17° 8
á 11 A. M.	17. 6

* Estos datos fueron tomados en una expedición particular.

á 12 A. M.	17° 0
á 1 P. M.	15. 7

Diciembre 7.

á 11 A. M.	17. 6
á 12 A. M.	20. 0
á 1 P. M.	20. 0

Cerro de Tenayo.

Diciembre 14.

á 11 A. M.	15° 7
á 12 A. M.	12. 8

Como fácilmente se vé por los registros anteriores, la temperatura pasa por un máximo que generalmente cae entre las 10 y 11^a A. M. disminuyendo después progresivamente. La explicación que se ha dado á este fenómeno es: que calentándose más el aire que está en contacto directo con la llanura, que el que se encuentra sobre la sierra, se establece un movimiento ascensional en torno de las montañas debido á la disminución del peso específico del primero, que trasporta á regiones más elevadas grandes masas de aire y vapor de agua, que por pasar á regiones donde la presión atmosférica es menor, sufren una expansión que origina el enfriamiento; y como á medida que avanza el día la temperatura es mayor, las cantidades de aire trasportadas son mayores y el calor absorbido también mayor.

A estos fenómenos es sin duda debido el que las grandes cantidades de vapor de agua que se desprenden de los lagos de S. Cristóbal y Texcoco, que son los más cercanos, se condensan formando gruesas nubes, que en los días cálidos de la estación, coronan desde temprano las cumbres de la serranía, y en la tarde avanzan sobre la ciudad dejando caer lloviznas casi periódicas, á las que por su persistencia se les ha llamado *chipichipi*. En estos fenómenos está seguramente fundada la creencia vul-

gar que designa á la Villa de Guadalupe como el punto de donde nos vienen con mayor seguridad las lluvias.

Otro de los fenómenos que deben su origen á estas montañas es la desviación de ciertas corrientes atmosféricas que reinan en los meses cálidos del año. En los meses de Marzo y Abril soplan unos vientos de NE. ó del SE. que han recibido el nombre de cuaresmales, y que son característicos por su impetuosidad, además de su extrema sequedad, y por las grandes cantidades de polvo finísimo que levantan de las regiones áridas del valle, oscureciendo la atmósfera y poniendo al tiempo en un estado sumamente molesto. Estos vientos, sin embargo de que reinan casi los dos meses citados, sólo en algunos días se hacen sentir en la ciudad, sobre todo cuando soplan del SE., pues cuando soplan del NE. se encuentran, antes de llegar á nuestra ciudad, con los contrafuertes de la sierra, los que, ó desvían á la corriente ó mitigan notablemente su velocidad, por lo que en ambos casos tan sólo sentimos si acaso una moderada brisa, y sí, á lo lejos se observan las grandes polvaredas levantadas por el viento que oscurecen todo el Oriente del horizonte.

En los meses de Octubre y Noviembre reinan, por el contrario, vientos del Norte que son notables por el descenso que hacen sufrir á la temperatura, originando los primeros fríos que se sienten en el año. Para llegar estos vientos á nosotros tienen primero que pasar por la sierra, lo que origina que aquellos que son relativamente suaves, apenas nos son sensibles, y aquellos que soplan con mayor velocidad nos llegan bastante moderados, sirviendo así este sistema de montañas como una especie de regularizador de los vientos que soplan en la ciudad.

GEOLOGÍA.

Los fenómenos volcánicos que deben haberse desarrollado en el Valle de México en épocas remotas, le han proporcionado caracteres tan especiales y señales de tal manera evidentes, que

á 12 A. M.	17° 0
á 1 P. M.	15. 7

Diciembre 7.

á 11 A. M.	17. 6
á 12 A. M.	20. 0
á 1 P. M.	20. 0

Cerro de Tenayo.

Diciembre 14.

á 11 A. M.	15° 7
á 12 A. M.	12. 8

Como fácilmente se vé por los registros anteriores, la temperatura pasa por un máximo que generalmente cae entre las 10 y 11^a A. M. disminuyendo después progresivamente. La explicación que se ha dado á este fenómeno es: que calentándose más el aire que está en contacto directo con la llanura, que el que se encuentra sobre la sierra, se establece un movimiento ascensional en torno de las montañas debido á la disminución del peso específico del primero, que trasporta á regiones más elevadas grandes masas de aire y vapor de agua, que por pasar á regiones donde la presión atmosférica es menor, sufren una expansión que origina el enfriamiento; y como á medida que avanza el día la temperatura es mayor, las cantidades de aire trasportadas son mayores y el calor absorbido también mayor.

A estos fenómenos es sin duda debido el que las grandes cantidades de vapor de agua que se desprenden de los lagos de S. Cristóbal y Texcoco, que son los más cercanos, se condensan formando gruesas nubes, que en los días cálidos de la estación, coronan desde temprano las cumbres de la serranía, y en la tarde avanzan sobre la ciudad dejando caer lloviznas casi periódicas, á las que por su persistencia se les ha llamado *chipichipi*. En estos fenómenos está seguramente fundada la creencia vul-

gar que designa á la Villa de Guadalupe como el punto de donde nos vienen con mayor seguridad las lluvias.

Otro de los fenómenos que deben su origen á estas montañas es la desviación de ciertas corrientes atmosféricas que reinan en los meses cálidos del año. En los meses de Marzo y Abril soplan unos vientos de NE. ó del SE. que han recibido el nombre de cuaresmales, y que son característicos por su impetuosidad, además de su extrema sequedad, y por las grandes cantidades de polvo finísimo que levantan de las regiones áridas del valle, oscureciendo la atmósfera y poniendo al tiempo en un estado sumamente molesto. Estos vientos, sin embargo de que reinan casi los dos meses citados, sólo en algunos días se hacen sentir en la ciudad, sobre todo cuando soplan del SE., pues cuando soplan del NE. se encuentran, antes de llegar á nuestra ciudad, con los contrafuertes de la sierra, los que, ó desvían á la corriente ó mitigan notablemente su velocidad, por lo que en ambos casos tan sólo sentimos si acaso una moderada brisa, y sí, á lo lejos se observan las grandes polvaredas levantadas por el viento que oscurecen todo el Oriente del horizonte.

En los meses de Octubre y Noviembre reinan, por el contrario, vientos del Norte que son notables por el descenso que hacen sufrir á la temperatura, originando los primeros fríos que se sienten en el año. Para llegar estos vientos á nosotros tienen primero que pasar por la sierra, lo que origina que aquellos que son relativamente suaves, apenas nos son sensibles, y aquellos que soplan con mayor velocidad nos llegan bastante moderados, sirviendo así este sistema de montañas como una especie de regularizador de los vientos que soplan en la ciudad.

GEOLOGÍA.

Los fenómenos volcánicos que deben haberse desarrollado en el Valle de México en épocas remotas, le han proporcionado caracteres tan especiales y señales de tal manera evidentes, que

no se puede dudar ni por un momento, que debe haber sido teatro de las manifestaciones más enérgicas del fuego central. No sólo las montañas que lo forman limitando sus contornos, entre las cuales se encuentran el Popocatepetl y el Ixtlacihuatl al SE. y el Ajusco y otras bocas al Sur; sino también todos los pequeños cráteres, los peñones y corrientes de basalto y demás formaciones volcánicas, atestiguan de una manera cierta la realización, en estas regiones, de la mayor parte de los fenómenos que se derivan del volcanismo; así como los manantiales ferruginosos y sulfurosos, las aguas termales, etc., nos acusan que aún quedan los últimos vestigios de la energía volcánica pasada.

La Sierra de Guadalupe es precisamente uno de los efectos de esa gran energía, pues en su totalidad está formada por rocas ígneas, modernas, que habiéndose abierto paso al través de las capas sedimentarias que forman el piso del valle, aparecieron en la superficie cubriendo gran parte del terreno y modificando una extensa zona de él que quedó en contacto directo con ellas. Son dos, pues, las formaciones principales que tendremos que estudiar: primero el conjunto de rocas ígneas que constituyen a la sierra, y segundo, las rocas sedimentarias sobre las cuales apareció, comprendiendo entre estas últimas las que se encuentran modificadas por la acción de las ígneas.

Las rocas principales que constituyen a la sierra pueden estar comprendidas en dos grandes grupos, que son: rocas porfídicas y rocas basálticas. Las primeras forman, casi en su totalidad, el núcleo principal de la sierra; las segundas sólo aparecen en la sierra del Tepeyac y en algunos puntos de la de Guadalupe.

PÓRFIDOS.— Los pórfidos que forman la sierra de Guadalupe se han colocado en el grupo de los traquíticos. En efecto, sus caracteres son los siguientes: masas compactas, en bancos ó cuartones más ó menos regulares, de color rosado pasando á violado, dureza de 5.5, densidad de 2.37 á 2.58, tacto áspero y superficie desigual. Están formados estos pórfidos por una

masa de feldespato común, unas veces compacta y rosada como en el Chiquihuite y Corona, otras veces finamente escorioso y gris claro como en las canteras del Risco, conteniendo ambos cristales de feldespato, albite y ortoclasia, y algunas láminas exagonales de mica parda como en el Tenayo; contienen además estas rocas vestigios de ácido titánico, pequeños granos de cuarzo amorfo, y en los extremos del SE. comienzan á presentar algunos granos de Olivino, lo que anuncia el paso próximo á los basaltos que dominan desde el cerro de Sta. Isabel al Sur. La manera de presentarse estas rocas es en masas con forma de paralelepípedos más ó menos regulares, formando capas cuya inclinación varía con la altura, pues generalmente se presentan casi horizontales en la base y perpendiculares en la cúspide de la montaña. En algunas de las eminencias que forman estas rocas, como en el Chiquihuite, se vé claramente por la disposición que afectan, que aparecieron allí por simple emisión hacia el exterior; pero en otros como en los cerros de la Esmeralda y en el del Risco, están formados por corrientes ígneas que se desprendieron de la masa general. Estos dos cerros que acabamos de citar, sin embargo de ser de los más pequeños son bastante notables; el de la Esmeralda por los fenómenos ópticos que en él se observan, y el del Risco por su aspecto y formación.

Está constituido el cerro de la Esmeralda por un gran crestón de pórfido, á cuyos lados se han depositado en gran cantidad fragmentos muy pequeños de pórfido alterado, de color rosado pasando á rojo; esta formación se observa sobre todo en la cuesta que reúne este cerro al Risco, y en ese punto se observa el fenómeno bastante curioso de ver, á ciertas horas del día, todos los objetos cercanos teñidos de verde, y los que se encuentran á mayor distancia como si fueran vistos al través de una gasa verde, presentando el color complementario al que domina en el suelo, y por cuyo motivo ha recibido este cerro el nombre de la Esmeralda.

El cerro del Risco es notable por estar formado casi en su

totalidad por una sola peña de grandes dimensiones, con una altura de 62 metros, presentando al Sur un declive relativamente suave, y al Norte los quiebres más singulares y despeñaderos de lo más pintorescos y peligrosos, que hacen por ese lado enteramente imposible el acceso al vértice. Está formada esta montañita por un *conglomerado volcánico*, propiamente una brecha, compuesta de guijarros angulosos é irregulares de feldespato soldados entre sí sólidamente por una masa de piedra pez.

Los pórfidos anteriormente descritos son explotados para formar con ellos las piedras que vulgarmente se llaman losas; las principales canteras de donde sacan todo el material que sirve para nuestros embanquetados son las del cerro de Corona, que da las losas más claras y de grano más fino; las del cerro del Chiquihuite que son casi idénticas á las del Corona, con sólo la diferencia de que constantemente hay necesidad de picar al cerro en diversos puntos, pues pronto se agotan las losas grandes en una cantera; y las del Risco que casi constituyen una traquita propiamente, y son ámpliamente explotadas por la Compañía del Ferrocarril Mexicano; hay además otras, pero de menor importancia y cuyos productos son idénticos á los anteriormente citados.

BASALTO.— Las rocas basálticas de estas montañas se presentan en masas de color negro, en algunos puntos agrisado, dureza de 5 y densidad 2.88. En los cerros de Guerrero y Sta. Isabel se encuentra en láminas de poco espesor, ó en aglomeraciones de masas pequeñas y algunas veces escoriosas. En Cerro Gordo y en los de la Cruz y Chiquihuite 2º también se encuentran grandes cantidades de basalto entremezclado con los pórfidos, que presentan un aspecto de suma alteración y casi desagregados. La presencia en estas masas de mucha mayor cantidad de Olivino que la que se encuentra en las otras rocas que hemos descrito, nos hace pensar que este conjunto de montañas debe su origen, cuando menos, á dos apariciones de rocas, entre las cuales quizá haya habido algún intervalo de tiempo

considerable. Las primeras que deben haber aparecido son las feldespáticas formando la mayor parte de la sierra y posteriormente á ellas aparecieron las basálticas, lo que explica en parte ese aislamiento que se nota entre la sierra general y los cerros de la cordillera del Tepeyac, así como los de Cerro Gordo y la Cruz, que aparentemente parecen no formar parte del sistema común.

Estas rocas basálticas son explotadas con alguna abundancia por su aplicación que tienen en los pavimentos de nuestras calles, y también sirven para formar con ellas los utensilios culinarios llamados *metates* y *molcajetes*.

ROCAS DERIVADAS.— Debido á la alteración constante que sufren más ó menos superficialmente las rocas descritas bajo la poderosa acción de los agentes atmosféricos, ya sea que obren química ó mecánicamente, dan lugar á la formación de otras rocas cuyos elementos pertenecen á aquellos de que tomaron origen. Por orden á su abundancia describiremos: primero las arenas, en seguida las variedades de cuarzo hidratado y por último las arcillas.

ARENAS.— Todos los arroyos que bajan de la montaña traen consigo grandes cantidades de arena. Sus componentes son: granos pequeños de cuarzo; cristales y fragmentos irregulares de feldespato, generalmente muy alterado y en gran abundancia; laminitas de mica parda, sobre todo en los torrentes que bajan de Coatepec en donde además se observa que la arena está constituida por granos más gruesos é irregulares; algunos cristales de titanato de fierro que abundan más en los terrenos de Oriente. Las arenas que bajan de la vertiente Oriental se depositan en el lago de Texcoco que á su vez, en las grandes crecientes que ha tenido este lago, las ha depositado con uniformidad en todos los terrenos que se encuentran entre la sierra y el lago, cubriendo á la llanura con una capa uniforme y muy extensa de arena muy fina, entre la cual se encuentran con alguna abundancia las conchitas y caracolitos de los pequeños moluscos que se desarrollan en el lago.

CUARZO.— Además de los granos de cuarzo que hemos dicho existe en las arenas y en los pórfidos, aparece este mineral combinado con el agua formando revestimientos en la superficie de las rocas, que les da aspectos vistosos. Las variedades de esta roca que abundan más son la Cacholonga y la Hialita.

La Cacholonga se presenta en masas concrecionadas y globulares revistiendo las caras de los pórfidos, es trasluciente y sus colores opalinos pasan del blanco azulado al amarillento, su dureza es de 6.5.

La Hialita se presenta de la misma manera que la Cacholonga, con sólo la diferencia de que es transparente, presentando el aspecto del vidrio común.

La formación de estos minerales, como se sabe, se debe á la acción que el agua tiene sobre los feldespatos, que quitándoles las bases que los constituyen, queda el ácido silíceo en libertad, formando al hidratarse esas concreciones que proporcionan adornos tan naturales y vistosos á las rocas que revisten. En los cerros del Tepeyac y sobre todo en el de Gachupines es en donde se presentan estas variedades con mayor abundancia, sin embargo de que en el valle de Coatepec se encuentran algunos ejemplares en los que ha aumentado tanto su espesor que toman el aspecto del pedernal.

ARCILLA.— La alteración de los pórfidos da lugar también á la formación de una arcilla esméctica, que se encuentra en cortas cantidades llenando algunas de las grietas que dejan entre sí los cuartones de pórfido. Su tacto suave y sus propiedades con el agua ha hecho que la llamen jabón de la Villa, y con él fabrican unos panecitos con la imagen de la Virgen estampada en una de sus caras. Los caracteres de esta arcilla son: se presenta en hojas delgadas, de un color gris ligeramente rosado, presentando á veces venas y dibujos de color más subido; tacto suave y cuando está enteramente seca fácilmente desagregable, formando un polvo fino que produce entre los dedos un ruido especial y parecido al que se oye con el Trípoli; su du-

reza es de 1 á 1.5 y adquiere lustre cuando se le frota; se pega poco á la lengua; su densidad es de 2.47.

Estas son, en resumen, las rocas principales que forman la sierra y cuya época de aparición la han fijado los geólogos de nuestro país en el tiempo Cenozoico.

ROCAS SEDIMENTARIAS.— El terreno que atravesaron las masas ígneas para llegar hasta la superficie, está formado en sus capas superiores, casi en su totalidad, por los sedimentos que depositaron mecánicamente las grandes cantidades de agua de las que deben haber estado cubiertas estas regiones del valle. De estas rocas, las principales y que se presentan en mayor abundancia son las tobas.

TOBAS.— Grandes mantos de roca arenosa son los que constituyen la mayor parte de las rocas que rodean á la sierra cuyos caracteres son: colores más ó menos claros con ligeros tintes amarillentos; fácilmente desmoronable y densidad de 2.0. En estas rocas es en donde se observan perfectamente los fenómenos metamórficos originados por la aparición de las rocas ígneas; en efecto, es muy fácil notar cómo la sierra está rodeada en todo su perímetro por estas tobas, que bajo la acción de las masas ígneas tomaron bastante consistencia para poder formar una roca dura y tenaz, á la que hay necesidad de atacar por medio de la dinamita, cuando tan sólo á unos 100 metros más ó menos de las faldas de la montaña se encuentra suelta y desmoronable; además, las masas que han sufrido la acción metamórfica se encuentran impregnadas de ácido silíceo, por lo que á dicha roca se le ha clasificado como una toba caliza silicea cuyos caracteres son: presentarse en masas compactas, raramente cariadas, de un color blanco amarillento con vetas de amarillo más subido, dureza de 2.4 y densidad 3.8.

Esta roca es bastante notable y en nuestro valle desempeña un papel importante, pues es la que se encuentra rodeando la mayor parte de las emisiones volcánicas que se notan dentro de él, como por ejemplo en el Peñon, en torno de cuyo cerro se encuentran grandes cantidades de esta toba, en la que abundan

nódulos de Menilia y en cuyas masas se ha encontrado los restos del hombre contemporáneo*, al *Elafus*, al *Gliptodon* y á otros mamíferos cuaternarios, cuyos restos se encuentran también con alguna abundancia en la misma toba. Ya dijimos anteriormente la acción que sobre estas tobas ejercieron las masas ígneas, dándoles extraordinaria tenacidad; pero estos á su vez han ejercido sobre las primeras una acción endomórfica que se hace bastante notable. En efecto, es muy fácil ver cómo, tanto los balsos como los pórfidos que se encuentran en contacto directo con las rocas sedimentarias, se encuentran enteramente formados por masas ampollosas, y en las que se nota un estado de desagregación que acusa su profunda alteración, aspecto que disminuye rápidamente con la altura, desapareciendo completamente á los dos ó tres metros de elevación. Los usos en que se emplea esta roca es para las construcciones, sustituyendo con ventaja al tepetate.

Además de estas rocas cuya descripción sucinta acabamos de dar, existen otros minerales, propiamente sedimentos químicos, que son dignos de mencionarse por la abundancia en que se encuentran y las explotaciones á que dan lugar por su uso tan necesario, y son: el Tequezquite y la Sal común.

TEQUEZQUITE. — Este mineral es uno de los más abundantes del Valle de México, pues casi todos los lagos contienen de él grandes cantidades disueltas en sus aguas, sobre todo el de Texcoco, que es el que se presenta más salado de todos los demás. Diversas explicaciones han dado los autores sobre la existencia de este cuerpo en tal abundancia como en la que existe; pero dos de ellas son las principales; la primera atribuye las sales que se encuentran en las aguas á que la desagregación de las rocas porfídicas de la sierra permite que los elementos solubles, como son las bases potasa, sosa, etc., bajen en los arroyos á reunirse en el depósito común; la segunda sin desconocer la verdad de la primera que satisface en cuanto á la existencia

* El Hombre del Peñón. Noticia acerca del hallazgo de un hombre prehistórico en el Valle de México, por A. del Castillo y M. Bárcena. 1885.

de dichas bases, pero no á su abundancia, atribuye ese gran desarrollo á las sales que necesariamente llegan á los lagos de la capital y demás poblaciones cercanas cuyas aguas y desechos recibe directamente. Sea una ú otra la explicación, lo que hay de cierto es que el agua de todos los lagos y sobre todo el de Texcoco contienen grandes cantidades disueltas de Tequezquite, Cloruro de Sodio y otras sales alcalinas.

La manera como se presenta el Tequezquite es en eflorescencias y costras, sobre el terreno, que haya sido humedecido por los lagos, de color blanco agrisado ligeramente amarillento, dureza de 2.5 y densidad de 1.8. La manera de verificar su explotación es sumamente sencilla y consiste simplemente en inundar grandes potreros, con el agua de los lagos y dejarlos secar después por medio de la evaporación; el agua al evaporarse va dejando todo el terreno cubierto por grandes costras de Tequezquite que después fácilmente se recoge. Las aplicaciones que ha recibido este mineral, además de lo mucho que se usa para ayudar á la confección de ciertos alimentos, es el de poder trasformarlo por medio de corrientes de ácido carbónico en bicarbonato de potasa que después se da al comercio.

CLORURO DE SODIO. — Además del Tequezquite existe el Cloruro de sodio disuelto en grandes cantidades. Los caracteres que presenta son iguales á los de la sal marina con la única diferencia de presentarse con una cristalización menos perfecta debido á las impurezas con que resulta por el método tan primitivo que se emplea para obtenerlo. El comercio de esta sal, es el que constituye el único elemento de vida de muchos de los pueblecillos que se encuentran en torno de la sierra; los principales de ellos son: Santiaguillo, La Magdalena, Sta. Isabel Tola, S. Juan de Aragón, S. Lorenzo de las Salinas y otros; en todos ellos se verifica la extracción de la sal de la misma manera. Recogen los naturales de estos pueblos la tierra tal como se encuentra en la superficie del suelo y la colocan en receptáculos de tierra apretada y que afectan forma parabólica que comunica por la parte inferior por medio de un tubo de carrizo, con un

receptáculo que generalmente está formado por una olla de forma especial; una vez colocada la tierra vierten agua, del mismo lago, la cual pasa hacia abajo lavando toda la tierra y después de pasar por el carrizo la reciben en el receptáculo especial, donde llega casi saturada de sal; recogen esta agua y por medio del fuego aceleran la evaporación y obtienen la cristalización del conjunto de sales que contenía la tierra lavada, obteniendo así lo que en el comercio se llama *Sal de la tierra* para distinguirla de la sal marina. La tierra que sirvió para el lavado, la arrojan después á los lados de sus habitaciones que reuniéndose en grandes cantidades va formando unas eminencias que afectan la forma de un cono truncado por su parte superior y en el interior del cual tienen los pobres indígenas su casa y su laboratorio. Esta es la causa de por qué todos esos pueblos presentan un aspecto tan miserable, pues con excepción del Templo, que nunca falta en ellos y que está construido con ladrillo ó cantería, sólo se ven esparcidos sin ningún orden montones cónicos de tierra, dentro de los cuales se encierra toda una familia que apenas puede vivir de su miserable industria.

AGUAS.— Al abrirse paso las masas ígneas al través de las capas sedimentarias del valle, para aparecer en la superficie, pusieron por algunos puntos en comunicación con el exterior las aguas que corren en mantos subterráneos, dando así lugar á la formación de manantiales y fuentes de agua que aparecen al pie de la mayor parte de las montañas formadas por las rocas de emisión. Dos clases por consiguiente tendremos que considerar, de manantiales: la primera los formados por las filtraciones del agua que recogen las montañas; segunda, los manantiales que provienen de las aguas subterráneas y que deben su aparición ó á perforaciones artificiales ó á comunicaciones abiertas al exterior por las rocas ígneas como lo hicimos notar antes.

Los manantiales de la primera clase, como fácilmente se comprenderá son sumamente pobres, pues estando formadas todas estas montañas por rocas compactas é impermeables, la filtración es casi nula y sólo se verifica por las grietas que dejan en-

tre sí los cuartones de pórfido, obligando á las aguas á subdividirse para seguir sus variadas y distintas direcciones y á disolver parte de los materiales de derivación reunidos en esas grietas, esta es la causa por qué todos los manantiales que nacen de estas montañas dan tan poca agua y están cargadas de sales que las hacen casi inaprovechables. Las principales fuentes de estas que existen son: los que nacen al NO. del cerro de Córdoba y algunos que nacen en las faldas del Petlalcal.

Los manantiales de la segunda clase tienen propiedades y caracteres muy diferentes á los de los primeros; pues viniendo sus aguas de grandes profundidades y al pie de un sistema de origen ígneo aparecen cargadas de sulfuros y otras sales ferruginosas y con una temperatura superior á la del ambiente, constituyendo verdaderos manantiales termo-ferruginosos que gozan de algunas propiedades curativas, algunos de ellos están acompañados de emanaciones gaseosas, como se observa en el Pocito de la Villa cuya agua se presenta en un estado de agitación constante simulando una ebullición activa y que no es sino el movimiento que resulta al ser atravesada el agua por las grandes cantidades de ácido carbónico que se desprende de su masa y el cual se ha aprovechado para la transformación del Tequezquite en bicarbonato de potasa como lo dijimos en el párrafo relativo al primero de estos cuerpos.

No sólo esos manantiales termo-minerales son los que se pueden encontrar por estos terrenos; pues se han practicado en algunos puntos perforaciones por las cuales se ha obtenido nafta, petróleo y otros aceites minerales, aunque en pequeñísimas cantidades, lo que ha dado por resultado que no se prosiga su explotación; pero según dice el profesor D. Antonio del Castillo se pueden abrir pozos en toda una zona de un kilómetro de torno de la sierra y con seguridad se obtiene ó aguas termo-minerales ó carburos como los antes citados. Todo esto nos manifiesta de una manera casi evidente que la gran energía volcánica que levantó las montañas que forman la sierra, está ya en su último período de actividad quedando únicamente de ella los

gases que disolviéndose en las aguas las cambian en ferruginosas ó sulfurosas desprendiéndose en algunas el ácido carbónico, formando así verdaderas mofetas que como se sabe son los últimos representantes del volcanismo.

Ponemos á continuación los análisis de algunas aguas ejecutados por el Sr. Gumesindo Mendoza.

En la hacienda de Aragón á medio kilómetro de la Villa de Guadalupe al SE. se encuentran unos baños que son muy concurridos, por las propiedades medicinales de sus aguas. Su composición es:

Substancias gaseosas.

Oxígeno.....	2. 688
Azoe.....	18. 169
Acido carbónico.....	367. 989

Sales.

Bicarbonato de protóxido de hierro.....	0. 06600
Bicarbonato de sosa.....	0. 05970
Bicarbonato de potasa.....	0. 00560
Bicarbonato de cal.....	0. 02656
Bicarbonato de magnesia.....	0. 00265
Cloruro de sodio.....	0. 00671
Siliza.....	0. 09856
Acido crénico.....	0. 07860

El agua de los baños de la Villa de Guadalupe dió lo siguiente:

Substancias gaseosas.

Acido carbónico.....	1. 124
Azoe.....	0. 021
Oxígeno.....	0. 052
Acido sulfúrico.....	huellas

Sales.

Bicarbonato de protóxido de hierro.....	0. 591
Bicarbonato de sosa.....	0. 312
Bicarbonato de potasa.....	0. 012
Bicarbonato de magnesia.....	0. 011
Cloruro de sodio.....	0. 031
Siliza.....	0. 103
Acido crénico.....	0. 103

Las temperaturas de estos manantiales son las que en seguida se expresan:

Agua del Pocito.....	21° 5
Baños de Aragón.....	24. 5
Baños de la Estación..	22. 8

Tanto estos datos como los de los análisis los hemos tomado de la obra de Geología del profesor M. Bárcena.

FLORA.

Por las descripciones de las diversas clases de terrenos que hemos hecho, se podrá comprender desde luego, que no se prestan para que en ellos alcance gran desarrollo el reino vegetal. En efecto esta región es de las más áridas del Valle de México y cuando se recorre con la vista el círculo de montañas que lo rodean, son las únicas, las de Guadalupe, las que no presentan los diversos matices del verde que ostentan las demás. Sin embargo son algunas las especies que crecen en esas regiones dándole al terreno un carácter especial, sobre todo por la existencia en gran abundancia de ciertas especies de las Cáceas.

Para poder presentar los muy cortos apuntes que hemos po-

gases que disolviéndose en las aguas las cambian en ferruginosas ó sulfurosas desprendiéndose en algunas el ácido carbónico, formando así verdaderas mofetas que como se sabe son los últimos representantes del volcanismo.

Ponemos á continuación los análisis de algunas aguas ejecutados por el Sr. Gumesindo Mendoza.

En la hacienda de Aragón á medio kilómetro de la Villa de Guadalupe al SE. se encuentran unos baños que son muy concurridos, por las propiedades medicinales de sus aguas. Su composición es:

Substancias gaseosas.

Oxígeno.....	2. 688
Azoe.....	18. 169
Acido carbónico.....	367. 989

Sales.

Bicarbonato de protóxido de hierro.....	0. 06600
Bicarbonato de sosa.....	0. 05970
Bicarbonato de potasa.....	0. 00560
Bicarbonato de cal.....	0. 02656
Bicarbonato de magnesia.....	0. 00265
Cloruro de sodio.....	0. 00671
Siliza.....	0. 09856
Acido crénico.....	0. 07860

El agua de los baños de la Villa de Guadalupe dió lo siguiente:

Substancias gaseosas.

Acido carbónico.....	1. 124
Azoe.....	0. 021
Oxígeno.....	0. 052
Acido sulfúrico.....	huellas

Sales.

Bicarbonato de protóxido de hierro.....	0. 591
Bicarbonato de sosa.....	0. 312
Bicarbonato de potasa.....	0. 012
Bicarbonato de magnesia.....	0. 011
Cloruro de sodio.....	0. 031
Siliza.....	0. 103
Acido crénico.....	0. 103

Las temperaturas de estos manantiales son las que en seguida se expresan:

Agua del Pocito.....	21° 5
Baños de Aragón.....	24. 5
Baños de la Estación..	22. 8

Tanto estos datos como los de los análisis los hemos tomado de la obra de Geología del profesor M. Bárcena.

FLORA.

Por las descripciones de las diversas clases de terrenos que hemos hecho, se podrá comprender desde luego, que no se prestan para que en ellos alcance gran desarrollo el reino vegetal. En efecto esta región es de las más áridas del Valle de México y cuando se recorre con la vista el círculo de montañas que lo rodean, son las únicas, las de Guadalupe, las que no presentan los diversos matices del verde que ostentan las demás. Sin embargo son algunas las especies que crecen en esas regiones dándole al terreno un carácter especial, sobre todo por la existencia en gran abundancia de ciertas especies de las Cáceas.

Para poder presentar los muy cortos apuntes que hemos po-

didó reunir sobre este ramo, dividiremos el estudio en dos: presentando primero lo relativo á las plantas que crecen en la montaña y en seguida las que crecen en la llanura cercana, entre las cuales se encuentran algunas que son de cultivo.

Hay más variedad en las especies que crecen en la montaña, que las que crecen en la llanura y no obstante el pequeño espacio que ocupó nuestro círculo de reconocimientos pudimos notar cierta distribución de las especies más abundantes, obedeciendo unas veces á la altitud, otras tal vez á la dirección de los vientos reinantes. El primer vegetal que llamó nuestra atención fué los líquenes, se encuentran varias especies de ellos extendiendo sus frondas sobre las rocas, que las cubren en grandes superficies dándoles un color especial. Estos vegetales se encuentran ampliamente representados en toda la sierra pero sin embargo se nota mayor abundancia de ellos, en aquellos cerros que como en el Chiquihuite están formados por pórfidos rosados y á su vez en estos se encuentran á cierta altura 500 metros más allá de la cual comienzan á disminuir hasta terminar por desaparecer. Las rocas sobre las que crecen los líquenes presentan siempre una profunda alteración que hace que se presenten con su superficie muy irregular y en cuyas irregularidades se depositan los primeros elementos del *humus* provenientes de los despojos ó restos de los mismos líquenes y que van formando poco á poco un terreno favorable para el desarrollo de plantas más elevadas; las plantas que generalmente crecen después de los líquenes son algunos musgos, de aspecto agradable por su fresco y brillante color verde y después de éstos algunos helechos amarillentos y raquíuticos.

Otra de las familias que se ha desarrollado allí, con incomparable abundancia es la de las Cácteas representada por algunas especies. En efecto, todo lo que son los cerros del Tepeyac, Gachupines, etc., siguiendo por el Este hasta Cerro Gordo está cubierto de abrojos erizados de punzantes espinas. La extrema abundancia con que se han desarrollado los abrojos ha hecho que uno de estos cerros, el de Guerrero se le llame también de

los abrojos, allí alcanzan estas matas alturas hasta de dos metros y es tal la facilidad que tienen para desarrollarse que basta dejar sobre el suelo uno de sus tubérculos para poder observar á los tres ó cuatro días cómo comienza por tener unas raicecillas que lo fijan al suelo y después sigue su desarrollo con extraordinaria rapidez. La distribución aparente de estos *Cactus* es la región SE. dominando desde el Tenayo hasta Cerro Gordo, sin embargo de que en algunos otros puntos se encuentran en abundancia los nopales que adquieren también tamaños enormes y sobre los cuales viven multitud de arácnidos que tejen al aire el sostén de sus nidos y sus vistosas redes de presa.

De 600 metros arriba se encuentra otra vegetación, crecen algunos encinos que aglomerándose en algunos puntos forman bosquecillos muy agradables y en los que se encuentran, además de un ambiente húmedo, un suelo formado por tierra vegetal de superior clase formada por los mismos encinos. Esto hace que allí crezcan algunas salvias que dan sus aromas tan agradables formando lugares que aunque pequeños, hacen contraste por su belleza relativa con el resto de la sierra. Los puntos más favorecidos por los encinos son los picos altos del centro como Encinos, Mina, Reloj, etc., y se nota en ellos que del lado del Norte principian estos árboles cerca de 150 metros abajo del punto en donde comienzan por la falda Sur.

Cerro Gordo, la Cruz y los contrafuertes que miran al NE. se encuentran casi totalmente cubiertos por un pequeño *Agave* llamado lechuguilla que por sus agudas puas, presenta serias dificultades á los que recorren estos cerros.

Las plantas que crecen en la llanura son más uniformes en su distribución pudiendo formar dos zonas una la oriental en la que estando el suelo saturado de salitre presenta una aridez casi completa, no siendo enteramente por la existencia de una pequeña grama que cubre grandes extensiones. Presenta esta planta unas puas finas y pequeñas en sus hojas pero bastante duras para atravesar la ropa y aun el calzado produciendo piquetes que aunque no son tan dolorosos como los de los abro-

jos son bastante molestos y lo obligan á uno, mientras está en esos llanos, á estar constantemente de pie.

La zona occidental es la más fértil y sus campos pertenecen á buenas haciendas en las que se cosecha con facilidad maíz, trigo, y otros productos; pero lo que constituye la riqueza de algunas de ellas son los extensos magueyales que en toda la región SW. se extienden en cintas rectas y uniformes que se pierden reuniéndose por sus extremos.

Largo sería el referirnos á cada una de las plantas que existen en estos terrenos por lo cual nos limitamos á poner en seguida la lista que bondadosamente nos proporcionó nuestro ilustrado consocio y muy estimado amigo el Sr. Dr. D. Manuel Urbina y que contiene la mayor parte de las que crecen en la región descrita.

- Palo del muerto. — *Ipomœa murucoides*, Roem.
 Tepozancillo. — *Buddleia sessiliflora*, H. B. K. y *B. verticillata*, H. B. K.
 Sonadora. — *Astragalus Humboldtii*, A. Gray.
 Yerba del negro. — *Sphaeralcea angustifolia*, Cav.
 — *Gaudichaudia cyanchooides*, L.
 Mazorquilla. — *Phytolacca octandra*, D. C.
 Verdolaga. — *Portulaca oleracea*, L.
 Romerillo. — *Asclepias linaria*, Cav.
 Verbena. — *Verbena caroliniana*, L.
 — *Maurandia semperflorens*, Ort.
 — *Fouquieria formosa*, K.
 Trompetilla. — *Bouvardia triphylla*, Salisb.
 Arbol del Perú. — *Schinus molle*, L.
 Borla de S. Pedro. — *Bignonia fraxinifolia*, Desf.
 Pegarropa. — *Mentzelia hispida*, Willd.
 Violeta. — *Anoda triangularis*, D. C.
 Flor de nabo. — *Brassica napus*, D. C.
 Otra flor de nabo. — *Brassica campestris*, D. C.
 Genciana. — *Gentiana calyculata*, Llav. et Lex.

- Tumbavaqueros. — *Ipomœa stans*, Cav.
 Cachisdá. — *Haplopappus spinulosus*, D. C.
 Limpia tunas. — *Zaluzania augusta*, Hemsl.
 Zuapatle. — *Montanoa tomentosa*, Llav. et Lex.
 Yerba del ángel. — *Eupatorium deltoideum*, Jacq.
 Motitas moradas. — *Ageratum corymbosum*, Zuccag.
 — *Stevia laxiflora*, D. C.
 Peistón. — *Brickellia veronicifolia*, A. Gray.
 — *Xanthocephalum centauroides*, Willd.
 — " " *humile*, Schz. Bib.
 Banderilla. — *Læselia corulea*, Don.
 Damiana. — *Rigelia veneta*, A. Gray.
 Cicutilla. — *Parthenium hysterophorus*, L.
 Sempasuchil. — *Tagetes penduncularis*, Lag.
 Cinco llagas. — *Tagetes lunulata*, Ort.
 Anisillo. — *Tagetes pusilla*, H. B. K.
 Papaloquelite. — *Parophyllum tagetoides*, D. C.
 Ojo de gallo. — *Sanvitalia procumbens*, Lam.
 Palo loco ó bobo. — *Senecio praeox*, D. C.
 Estrellita. — *Gallinsoga parviflora*, Cav.
 Jarilla ó Perú cimarrón. — *Solidago odora*, Ait.
 — *Melampodium sericeum*, Lag.
 — *Viguiera linearis*, D. C.
 — *Florestina pedata*, Cass.
 — *Heterospermum pinnatum*, Cav.
 — " " *tagetinum*, A. Gray.
 — *Bidens helianthoides*, H. B. K.
 Té de milpa blanco. — *Bidens pilosa*, L.
 " " " amarillo. — *Bidens tetragona*, D. C.
 — *Tridax coronopifolium*, H. B. K.
 — *Tridax Palmeri*, A. Gray.
 Girasol. — *Tithonia tubaeformis*, Cav.
 Chilillo. — *Polygonum glabrum*, Willd.
 — *Pectis prostrata*, Cav.
 Diente de león. — *Taraxacum dens leonis*, L.

Simonillo.—*Lænnecia parvifolia*, D. C.

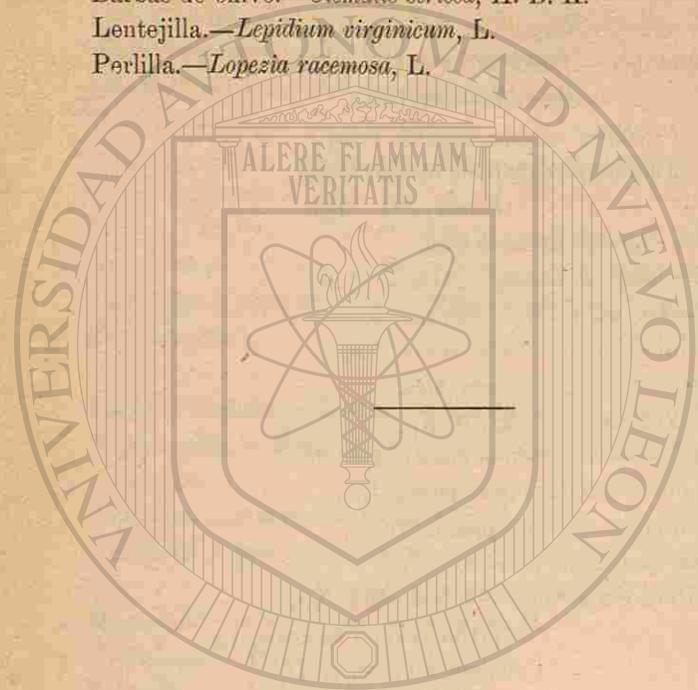
Copal.—*Elaphrium*, sp?

Oreja de burro.—*Cotyledon coccinea*, Cav.

Barbas de chivo.—*Clematis sericca*, H. B. K.

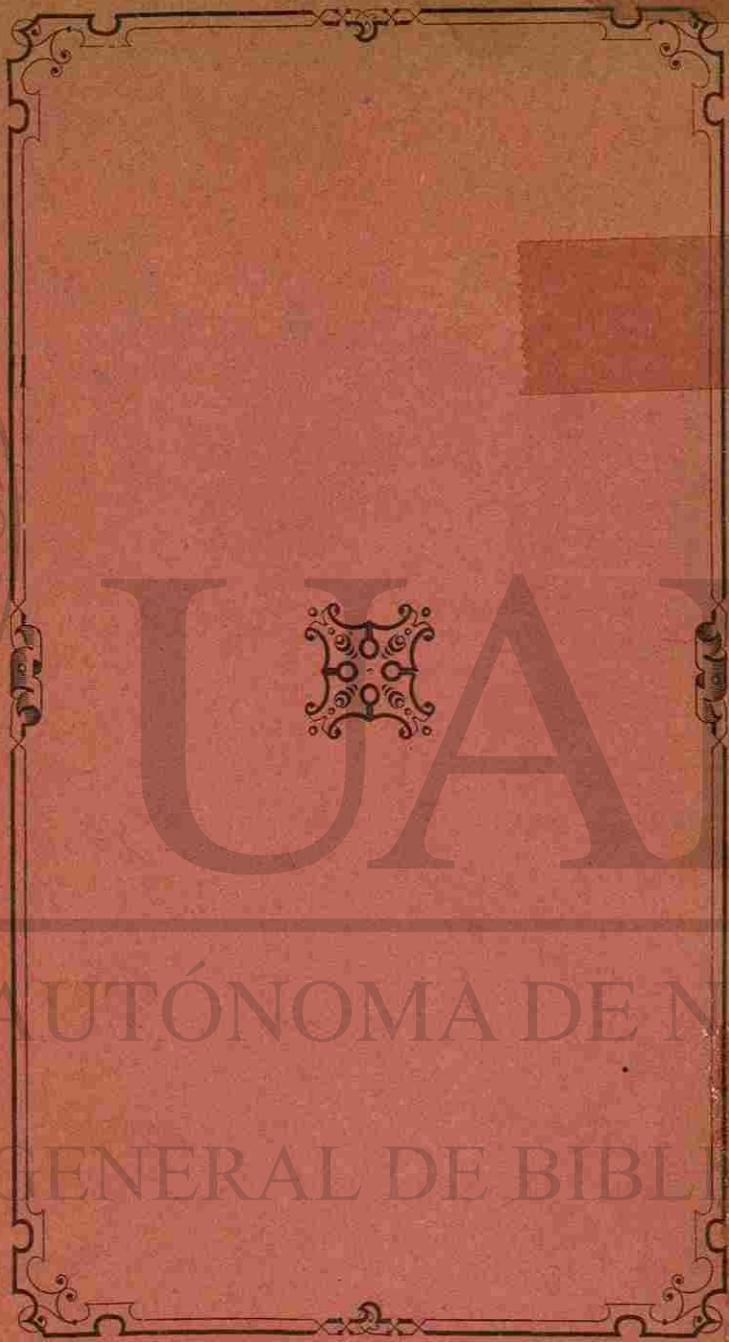
Lentejilla.—*Lepidium virginicum*, L.

Perilla.—*Lopezia racemosa*, L.

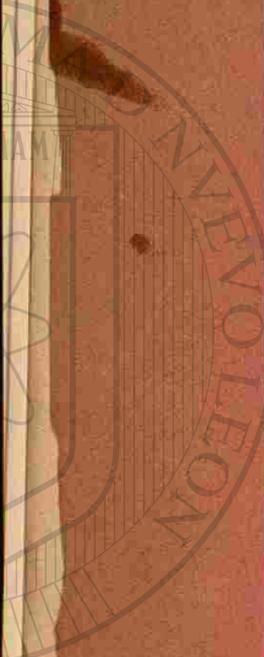


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



U A N



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
SECRETARÍA GENERAL DE BIBLIOTECA

