

OBSERVACIONES DE D. MARIANO SANTA MARIA.

Núms.	Nombres de los vértices.	Angulos corre- gidos.	Erroros.	Longitud.
	a Mexicaltzingo.....	69°14'55"4		ab 3484, m 59
1	b Cerro de Itztapalapa.....	62 58 4 6	-31, 2	bc 4399, 80
	c Puente Tres puentes.....	47 47		ac 4191, 02
	a Itztapalapa.....	41 11 40 6		bc 3128, 81
2	b Tres puentes.....	70 57 39 7	-30, 3	ac 4490, 70
	c Canal de la Cortadura.....	67 50 39 7		
	a Itztapalapa.....	42 15 58 5		bc 4730, 26
3	b Canal de la Cortadura.....	98 3 9 3	-20, 5	ac 6963, 66
	c Sta. Maria Ixtahuacan.....	39 40 52 2		
	a Cerro del Peñon grande.....	96 8 31 5		ac 2901, 18
4	b Canal de la Cortadura.....	37 34 31 2	-23, 2	ab 3438, 57
	c Sta. Maria Ixtahuacan.....	46 16 57 3		
	a Cerro del Peñon grande.....	42 9 18 0		bc 2590, 99
5	b Canal de la Cortadura.....	74 53 9 1		ac 3727, 05
	c Puente de San Juan.....	62 57 32 9		
	a Canal de la Cortadura.....	81 36 2 3		bc 3758, 82
6	b Tres puentes.....	42 59 37 4	+ 5, 5	
	c Puente de S. Juan.....	55 24 20 3		
	a Sta. Maria Ixtahuacan.....	53 38 55		ab 2429, 68
7	b Loma Santiago Cahualtepec.....	39 40 41 6		bc 4072, 16
	c Peñon grande.....	86 40 23 4		
	a Sta. Maria Ixtahuacan.....	53 38 55		bc 3064, 90
8	b Cerro de S. Pablo ó de Sta. Catarina..	39 40 41 6		ab 3799, 03
	c Loma Santiago.....	86 40 23 4		

Núms.	Nombres de los vértices.	Angulos corre- gidos.	Erroros.	Longitud.
	a Cerro S. Nicolas.....	41° 4'30"9		ac 5595, m 64
9	b Sta. Maria.....	75 24 56 2	-23, 7	ab 5174, 88
	c Cerro de San Pablo.....	63 30 32 9		
	a Sta. Maria.....	45 45 24 3		ab 6962, 26
10	b Cerro de Itztapalapa.....	47 52 58 5	+31, 0	
	c Cerro S. Nicolas.....	86 21 37 2		
	a Cerro S. Pablo.....	74 27 47		bc 8725, 21
11	b Loma de Santiago.....	85 45 20	+31, 0	ac 9031, 30
	c Cerro del Pino.....	19 46 53		
	a Cerro del Pino.....	49 51 37		bc 6762, 92
12	b Loma Santiago.....	49 38 16 8		ac 6740, 75
	c Cerro Chimalhuacan.....	80 30 6 2		
	a Dentro del lago Tetzcocho.....	106 7 19 6		ac 4008, 90
13	b Loma de Santiago.....	34 42 46		ab 4446, 03
	c Cerro Chimalhuanan.....	39 9 54 4		
	a Peñon grande.....	65 13 46 6		ac 4176, 52
14	b Loma Santiago.....	58 32 4 1	-14, 9	
	c Lago de Tetzcocho.....	56 14 9 3		
	a Cerro S. Nicolas.....	88 45 56 6		bc 11580, 13
15	b Cerro Teutli.....	28 53 16 7	-20, 0	ab 10259, 70
	c Cerro S. Pablo.....	62 20 46 7		
	a Xochimilco.....	77 140		ac 8730, 15
16	b Cerro S. Nicolas.....	56 100		ab 7694, 41
	c Cerro Teutli.....	46 57 20		
	a Cerro Teutli.....	40 50 50		bc 9487, 74
17	b Cerro San Pablo.....	86 11 10		ac 14474, 13
	c Cerro Tlapacoya.....	52 58		
	a Cerro Teutli.....	29 24 5		bc 8516, 42
18	b Cerro Tlapacoya.....	94 3		ac 17304, 36
	c Cerro Xocotitlan.....	56 32 55		
	a Ixtapalucan.....	74 20 44		ab 3882, 37
19	b Cerro Tlapacoyan.....	79 37 1	-1, 0	ac 8699, 66
	c Cerro Xocotitlan.....	26 2 15		

Núms.	Nombres de los vértices.	Angulos corre- gidos.	Errores.	Longitud.
20	a Cerro Tlapacoya.....	64°54'50"		bc 5148, ^m 71
	b Ixtapalucan.....	72 0 50		ac 5407, 14
	c Cerro del Pino.....	43 4 20		
21	a Cerro del Pino.....	77 44 17 2		bc 9492, 58
	b Cerro San Pablo.....	33 49 21 4	-27, 9	
	c Cerro Tlapacoya.....	68 26 21 4		
22	a Cerro Xocotitlan.....	55 26 25		ac 4812, 04
	b Ixtapalucan.....	33 34 35		bc 7165, 54
	c San Martin Cuautlalpan.....	90 59		
23	a Cerro Xocotitlan.....	75 23 20		ac 7629, 10
	b San Martin.....	68 38 15		bc 7927, 00
	c Tlalmanalco.....	35 58 25		

En el trabajo—"Determinacion de la posicion geografica de Mexico,"—Diaz Covarrubias nos ha dado la serie de observaciones mas completas y notables, emprendidas hasta ahora para lograr el objeto, y lo consiguió, de manera que sus resultados, tenidos hoy como oficiales, se adoptan de preferencia en todos los cálculos y son el punto de partida de los que le son correlativos. Nosotros lo hacemos así tomando para México la posicion Diaz Covarrubias, con la insignificante correccion que dió el resultado de sus últimas observaciones.

Nuestro pequeño catálogo está compuesto de la repetida posicion y de la de los vértices importantes de los triángulos, deducidos y calculados por los Sres. D. Miguel Iglesias y D. Agustin Barroso.

Las fórmulas usadas son las que se encuentran á la pág. 16 de las—"Tablas geodésicas calculadas para las latitudes de la República por Francisco Diaz Covarrubias."—en su última expresion reducidas á

$$d = \frac{k \cos. z}{r \text{ sen. } 1''} + \frac{1}{2} \frac{k^2 \tan. l \text{ sen.}^2 z}{N r \text{ sen. } 1''}$$

Mas como los valores

$$\frac{1}{r \text{ sen. } 1''} = A \quad \frac{1}{2} \frac{\tan. l}{N r \text{ sen. } 1''} = B$$

se han reducido á tablas, la fórmula queda espresada por

$$d = A k \cos. z + B k^2 \text{ sen.}^2 z$$

y tambien

$$l' = l - d$$

En cuanto á la diferencia de meridianos se ha calculado por la fórmula

$$P = C \frac{k \text{ sen. } z}{\cos. l'}$$

en la que

$$C = \frac{1}{N \text{ sen. } 1''}$$

cuyos valores tambien se han calculado y existen en tabla. Conocido P la longitud del punto que se busca, será

$$L' = L + P$$

Para el cálculo de la convergencia de los meridianos y deducción de los azimutes, hay la fórmula siguiente:

$$z' = 180^\circ - z + P. \text{ sen. } \frac{1}{2} (l + l')$$

A, B y C, son coeficientes calculados para diferentes latitudes, que se encuentran en la última página de las Tablas geodésicas.

d diferencia en segundos de las latitudes; k distancia entre los vértices reducida al nivel del mar; z y z' los azimutes del punto de donde se parte y del que se calcula; l l' y L L' latitudes las primeras y longitudes las segundas, de los mismos puntos; P diferencia en segundos de arco de las longitudes.

Apliquemos:

Monumento occidental de la base { Latitud N. 19° 25' 22", 99
Longitud O. de Greenwich 6^h 36^m 19.^s 08

Azimut del monumento oriental observado en el occidental — 58° 43' 58", 2 = z

A	8.5122087	B.....	0.9536500
k.....	3.9366626	k ²	7.8733252
cos z.....	9.7151920+	sen ² z.....	9.8636848+
	2.1640633+		8.6906600+
Primer término....	145".90+		0."04+
Segundo ".....	0."04+		

d..... 2' 25".94—
l..... 19°25' 22. 99

l'..... 19°22' 57."05 Monumento oriental.

C.....	8.5096266	P.....	2.4034707
k.....	3.9366626	sen ½ (l + l').....	9.5214086
sen z.....	9.9318424—		

	2.3781316—		1.9248793
cos l'.....	9.9746609	(180—z).....	121°16' 1"8

{ P..... 2.4034707—
2 53"20= 16^s.88
L..... 6^h 36^m 19.^s 08
Monumento oriental.. 6^h 36^m 2.^s 20
+ 121°17' 25"9
Azimut del monumento occidental desde el oriental.

POSICIONES GEOGRAFICAS

DE ALGUNOS PUNTOS DEL VALLE DE MEXICO.

	LATITUD.	LONGITUD.
		En tiempo: al Oeste de Greenwich
México, (Observatorio de Minería).....	19° 26' 12"42	6. ^h 36. ^m 28. ^s 56
Observatorio de San Lázaro.....	" 25 53 67	" " 22 91
Estremo Norte de la base de Aragon.....	" 28 11 97	" " 15 71
Estremo Sur de la base de Aragon.....	" 27 52 64	" " 21 20
Peñon de los Baños, cerro del.....	" 26 31 04	" " 15 05
Gachupines, cerro de los (Sierra de Guadalupe)...	" 29 29 14	" " 22 53
San Lázaro, iglesia de (México).....	" 26 4 50	" " 23 99
Santiago Tlaltelolco, iglesia de (México).....	" 27 7 39	" " 27 87
San Bartolo, iglesia.....	" 29 39 56	" " 28 97
San Francisco Xocotitlan, iglesia.....	" 28 14 21	" " 30 41
Chiquihuite, cerro del (Sierra de Guadalupe)....	" 32 00 30	" " 26 58
Atzacapotzalco, iglesia principal.....	" 28 53 05	" " 39 48
nm edio, hacienda de.....	" 0 30 63	" " 35 31
Morales, hacienda de los.....	" 26 7 65	" " 45 26
Chapultepec (Torreon del Palacio).....	" 25 17 74	" " 38 62
Escuela de Agricultura (Observatorio).....	" 27 2 50	" " 36 14
San Francisco, iglesia de (México).....	" 26 3 88	" " 28 76
Loma de las Palmas (Tacubaya).....	" 23 47 43	" " 48 44
La Piedad, iglesia.....	" 24 9 08	" " 32 43
Mixcoac, iglesia parroquial.....	" 22 22 64	" " 38 94
San Simon de las Salinas, iglesia.....	" 22 35 71	" " 30 02
Coyoacan, iglesia.....	" 20 59 94	" " 34 13
Garita de la Candelaria (México).....	" 24 32 81	" " 27 65
Itxtacalco, iglesia principal.....	" 23 28 37	" " 24 10
Mexicaltzinco, iglesia.....	" 21 30 38	" " 23 87
Cerro de la Estrella ó de Iztapalapa.....	" 20 41 74	" " 16 68
Estremo Este de la base de la Vega.....	" 24 27 59	" " 14 63

	LATITUD.	LONGITUD.
	—	En tiempo: al Oeste de Greenwich.
Extremo Oeste de la base de la Viga.....	19° 24' 22" 28	6. h 36. m 21. s 46
Puente llamado Tres Puentes	" 23 4 84	" " 16 96
Puente Blanco (calzada de San Lázaro).....	" 24 51 77	" " 15 10
Monumento Occidental de la base geodésica...	" 25 22 99	" " 19 08
Monumento Oriental de la base geodésica.....	" 22 57 05	" " 2 20
Puente de Guadalupe.....	" 24 33 17	" " 13 35
San Angel (convento del Carmen).....	" 20 47 11	" " 40 47
Loma del Muerto (Güicochea).....	" 22 00 30	" " 46 56
San Agustin, iglesia de (México).....	" 25 52 56	" " 27 85
Chimalhuacan, cerro de.....	" 23 53 40	" 35 44 45
Xico, cerro de.....	" 15 56 17	" " 41 24
Catedral de México (Torre del E.).....	" 26 5 35	" 36 27 02
Cerro del Aguila ó de Cuauhtepac.....	" 35 35 29	" " 22 84
Tetzaco, iglesia de San Francisco.....	" 30 52 28	" 35 27 24
Tlalticahuacan, cerro de.....	" 35 29 73	" " 23 67
Cerro de Chiconautla.....	" 39 11 94	" " 47 46
Itztapalapa, parroquia.....	" 21 44 6	" 36 16 70
Tacubaya, (Portal de Cartagena).....	" 24 14 6	" " 40 00
Guadalupe Hidalgo (Colegiata).....	" 29 9 5	" " 23 15
San Pedro Xaloztoc.....	" 32 23 76	" " 13 79
Cerro Gordo (Sierra de Guadalupe).....	" 32 52 89	" " 9 03
Tulpetlac.....	" 34 9 59	" " 6 96
Mexfía.....	" 35 1 32	" " 0 92
Angulo saliente en el dique de San Cristóbal... y el anterior sirvió de base para la triangula- cion del Norte).....	" 36 9 27	" " 3 45
Punto en el rio de Iztapa.....	" 37 2 59	" 35 58 05
Cerrito de Tepetzinco.....	" 35 4 26	" " 46 08
Cerro de la Cruz (Sierra de Guadalupe).....	" 33 11 43	" " 43 96
Loma del Tezontle (Sierra de Guadalupe).....	" 35 37 60	" 36 10 70
San Pablo de las Salinas.....	" 37 16 91	" " 10 07
Tonanitla.....	" 40 00 92	" " 16 87
San Pedro Atzompa.....	" 41 19 28	" " 8 21
Tecama.....	" 40 55 53	" 35 57 80
Cerro de Paula (Puerto de Reyes).....	" 42 43 61	" " 47 64
Hacienda de Santa Lucía.....	" 47 32 04	" " 35 47
Cerro de Xoloc (Puerto de Reyes).....	" 45 21 68	" " 55 51
Xalcocon.....	" 47 19 54	" " 53 73
	" 43 27 46	" 36 7 46

	LATITUD.	LONGITUD.
	—	En tiempo: al Oeste de Greenwich.
Loma de Achichipilco.....	19° 42' 13" 76	6. h 36. m 21. s 39
Zumpango.....	" 47 58 75	" " 19 41
Cuautitlan.....	" 40 11 91	" " 38 38
Teoloyuca.....	" 44 47 49	" " 38 95
Calvario de Huehuetoca.....	" 49 52 91	" " 45 54
Cerro del Sincoque.....	" 51 18 96	" " 55 06
Cerro del Rincon del Zapote.....	" 53 52 02	" 37 4 76
Hacienda del Salto.....	" 56 47 34	" " 5 03
Cerro Grande de Xalpa.....	" 50 33 93	" 36 32 62
Cerro de San Sebastian.....	" 53 32 41	" " 42 29
Cerro del Tezontle.....	" 54 39 45	" " 50 17
Hacienda de San Antonio.....	" 19 25 57	" " 28 10
Xochimilco.....	" 15 51 66	" " 19 65
Tlalpan ó San Agustin de las Cuevas.....	" 17 22 15	" " 34 96
Cerro de San Nicolas.....	" 18 57 80	" " 7 88
Cerro del Teutli.....	" 13 34 13	" " 2 19
Tlahuac.....	" 16 13 44	" 35 56 21
Cerro de Xocotitlan.....	" 14 22 73	" " 22 85
Tlalmanalco.....	" 12 24 17	" " 7 55
San Martin Cuautlalpan.....	" 16 16 94	" " 15 33
Ixtapalucan.....	" 18 59 29	" " 27 07
Cerro del Pino.....	" 20 55 72	" " 35 52
Cerro de Tlapacoyan (Lago de Chalco).....	" 17 59 49	" " 34 89
Cerro de San Pablo ó de Santa Catarina.....	" 19 38 73	" " 55 43
Loma de Santiago Cahualtepec.....	" 21 18 41	" " 55 38
Santa Maria Ixtahuacan.....	" 21 13 91	" 36 0 94
Peñon Grande ó del Marqués.....	" 22 46 01	" " 2 33
Puente de San Juan.....	" 23 57 59	" " 9 21

Ocupémonos ahora de las nivelaciones. Consistieron, primero, en la determinación de la altura de cada uno de los vértices de la triangulación geodésica, pues conocida una sobre el nivel del mar, podían deducirse las demás por medio del cálculo. Al efecto, observaba Iglesias en todas las estaciones las distancias zenitales en las posiciones directa é inversa del instrumento, de manera que su promedio, reducidas unas á otras, quedara esento de los errores que pudiera tener el altázimut; este método produjo buenos resultados. Calculó Iglesias un coeficiente de refracción con dos de las observaciones de mayor confianza, y dedujo por dos series, una de doce observaciones y la otra de veinte, dos números cuyo término medio es 0.05059. Este coeficiente no lo presenta su autor como exacto, supuesto que sabe lo delicado de este género de observaciones y conoce los elementos todos que en los cálculos deben intervenir; lo presenta como un ensayo en el cual no puede tenerse confianza, y que sin embargo se aleja menos de la verdad, que lo que generalmente se practica. En efecto, el coeficiente de refracción admitido por los sabios en Europa, es 0.08 del ángulo formado en el centro de la tierra por las verticales de los puntos, espresado por el arco terrestre en segundos, con una variación de 0.02 en menos para el estío y en mas para el invierno. Ahora bien, no se debe admitir el coeficiente 0.08, por que los principios físicos dan á conocer desde luego que teniendo el aire en México una densidad mucho menor que en Francia, en razón de su altura sobre el nivel del mar, el coeficiente debe de disminuir una cantidad considerable. Así es que, en nuestro concepto, de adoptar en el Valle el coeficiente de Iglesias, por muy poco exacto que sea, se seguirán errores menos graves que si se hace uso del de refracción admitido para Europa.

Para enriquecer sus datos, el ingeniero quiso aprovechar un termómetro de ebullición de Wrench (hijo), para determinar las presiones barométricas; las alturas determinadas por la triangulación, de mucha confianza, deberían servir para comparar los resultados obtenidos por el termómetro-barómetro y juzgar de su precisión. Por desdicha no correspondieron las esperanzas fundadas en el instrumento, é Iglesias encontró tales discordancias que tuvo que darle de mano sin volver á ocuparse de él.

En el levantamiento de los planos, la parte geodésica es siempre mas exacta que la topográfica; mas como acontece lo contrario en las nivelaciones, la comisión creyó conveniente adoptar como mejor sistema, el de formar al rededor de cada lago grandes polígonos nivelados, á bastante distancia de las orillas, y de los puntos mas interesantes hacer cortes bajando hasta los lagos, para dar así á conocer la configuración del terreno y comprender los efectos y la influencia de las cantidades de agua que en ellos penetran, sobre la variación de sus superficies. Enlazados los polígonos entre sí darían desde luego la altura de los vasos unos sobre los otros, la rapidez de las corrientes que los alimentan, &c.

Procedieron á efectuar este sistema Iglesias y Peña, comenzando por el lago de Tetzco. Fué escogido por plano de comparación, el plano horizontal diez metros

abajo de la tangente, en la parte inferior al círculo de la piedra conocida vulgarmente por el Calendario, colocada sobre el muro occidental de la torre O. de la Catedral de México; este plano presenta la ventaja de que la mayor parte de las acotaciones llevan el signo positivo.

Peña partió de la línea señalada en la garita de San Lázaro dirigiéndose al N. mientras Iglesias seguía al E.; debían encontrarse en Tetzco, situado á la mitad de la distancia que debía ser recorrida, para cerrar el polígono y rectificar las nivelaciones.

El instrumento que servía á Iglesias era un nivel construido por Lerebours & Secretan, de buen anteojo y un nivel bastante sensible, con el sistema de dos resortes para arreglarlo. El método empleado consistió en observar las acotaciones en cada estación, en las cuatro posiciones simétricas del nivel y del anteojo, sobre una mira parlante dividida métricamente. Hubo necesidad de operar así, tanto para mayor exactitud, en razón de que el instrumento sufría fuertes variaciones, por la dilatación de las piezas en fuerza de los rayos solares, cuanto porque de este modo es mas difícil una mala observación sobre la mira. En cuanto á la distancia á que se colocaba ésta, era puesto el instrumento en estación de 120 á 150 metros por lo general, aunque entre la ciudad y el extremo oriental de la base se ponía á 80 metros poco mas ó menos, por el mucho polvo que levantan los pasajeros.

El camino recorrido en la nivelación partió del atrio de la Catedral, referido al plano de comparación, y siguió rumbo á la garita de San Lázaro, en donde quedó marcada una línea destinada á servir de referencia en las nivelaciones subsecuentes. En la calzada se marcaron también líneas de comparación sobre cada objeto notable, como en el monumento occidental de la base geodésica, en el puente Blanco, en el de Guadalupe, en el de San Juan, en el de Dolores, en el extremo oriental de la base y en la casa ó venta del Peñon: en cada puente se anotaba la profundidad de los canales así como la altura de las aguas, á fin de deducir su pendiente general. Del Peñon continuó Iglesias hasta la venta de Santa Marta, en donde puso señal en el puente para comparar la superficie y fondo de la laguna, formada allí por los derrames de los canales de Santa María Ixtahuacan y del Peñon. Dejó una marca en el portal de la venta de Santa Marta, para servir al corte entre los lagos de Tetzco y de Xochimilco, y continuó con dirección á la iglesia de San Agustín Atlapulco atravesando el lago en unos 300 metros; prosiguió por la falda occidental del cerro de Chimalhuacan, San Lorenzo Xochaque, Chimalhuacan, cerro del mismo nombre, el río de Santa Mónica y finalmente Tetzco.

Reunidos aquí Iglesias y Peña compararon sus nivelaciones, deduciendo, después de un examen escrupuloso, una altura para el atrio de San Francisco de Tetzco que no difirió mas de en 0^m 048, diferencia que, atendida la distancia recorrida por cada uno de los operadores y la independencia absoluta de los trabajos, es insignificante y tolerable. Los resultados de las nivelaciones tomados aisladamente están conformes, y si, por ejemplo, la altura de México sobre la superficie del lago difiere