

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE GEOLOGIA
DIRECTOR: ING. GUILLERMO P. SALAS

ANALES
DEL
INSTITUTO DE GEOLOGIA

Tomo XV

HIDROGEOLOGIA DE LAS REGIONES DESERTICAS
DE MEXICO

POR
LUIS BLÁSQUEZ L.



MEXICO, D. F.
1959

CONTENIDO

FISIOGRAFIA - HIDROGRAFIA

CAPITULO I

	Pág.
INTRODUCCION	9
BAJA CALIFORNIA	12
Sierra Victoria	18
Elevaciones aisladas	18
Planicies	21
Hidrografía	22
SONORA	24
Descripción general	24
Hidrografía	27
CASAS GRANDES	28
CUENCA DEL RÍO CONCHOS	31
Hidrografía	33
BOLSÓN DE MAPIMÍ	35
Hidrografía	37
CUENCA DE MAYRÁN	39
Hidrografía	39
VALLE SALADO	41

CAPITULO II

GEOLOGIA

Baja California	51
Sonora	55
Casas Grandes	58
Conchos	61
Bolsón de Mapimí	66
Cuenca de Mayrán	67
Valle Salado	73

CAPITULO III
HIDROLOGIA

	Pág.
Hidrología superficial	79
Hidrología subterránea	102
Baja California	102
Infiltración	102
Sonora	109
Manantiales	109
Pozos	112
Recursos acuíferos	112
Casas Grandes	115
Infiltración	115
Emergencias acuíferas	115
Conchos	121
Infiltración	121
Bolsón de Mapimí	126
Infiltración	126
Recursos acuíferos	127
Cuenca de Mayrán	131
Emergencias acuíferas	131
Recursos acuíferos	140
Valle Salado	147
Manifestaciones acuíferas	147
BIBLIOGRAFÍA	169

TABLAS

TABLA No. 1 Indices fisiográficos	45
Baja California	45
Sonora	45
TABLA No. 2 Características topográficas	46
Baja California	46
Sonora	46
Cuenca de Casas Grandes	46
Cuenca de Conchos	46
Bolsón de Mapimí	47
Cuenca de Mayrán	47
TABLA No. 3 Indices hidrográficos	48
Baja California	48
Sonora	48
Provincias de Casas Grandes	49
Cuenca del Conchos	49
Provincia del Bolsón de Mapimí	49
Cuenca de Mayrán	50

	Pág.
TABLA No. 4 Datos meteorológicos y climatológicos	
Baja California	85
Chihuahua	87
Coahuila	88
Durango	89
Zacatecas	90
San Luis Potosí	91
TABLA No. 5 (Indices)	93
TABLA No. 6 (Clasificaciones)	94
Nogales	94
Altar	94
Hermosillo	94
Mulatos	94
Yécora	94
Ciudad Juárez	94
Torreón	94
Durango	94
Nuevo Laredo	95
Monterrey	95
Ciudad Victoria	95
Saltillo	95
Zacatecas	95
San Luis Potosí	95
TABLA No. 7 (Clasificaciones)	96
TABLA No. 8 Precipitación-Escurrimiento-Infiltración	108
Baja California	108
TABLA No. 9 Manantiales-Sonora	110
Caborca	110
Sario	110
Altar	110
Oquitos	110
Patiquito	110
Imuris	110
Arizpe	110
Bavispe	110
Cumpas	111
Oputo	111
Opodepe	111
Banamichi	111
Huasabas	111
Aconchi	111
San Pedro de la Cueva	111
Nacori Chico	111
Mulatos	111
Yecora	111
Rosario	111

	Pág.
TABLA No. 10 Precipitación-Escurrecimiento-Infiltración	113
Sonora	113
Escurrecimiento-Aforos de la S.R.H.	114
TABLA No. 11 Manantiales de la Provincia de Casas Grandes	116
Ascensión	116
Janos	116
Carrizal	116
San Buenaventura	116
Namiquipa	116
TABLA No. 12 Precipitación-Escurrecimiento-Infiltración	118
Provincia de Casas Grandes	118
Villa Ahumada	118
Casas Grandes	118
Santa María	118
Samalayuca	118
Félix Gómez	118
La Hormiga	119
El Cuervo	119
Bustillos	119
Bavícora	119
Encinillas	119
Moscas	119
Los Mexicanos	120
Ojo Laguna	120
Nopal	120
Salada	120
Pedernales	120
Gran Total	120
TABLA No. 13 Infiltración	123
Cuenca alta del Conchos	123
Cuenca baja del Conchos	123
Afluente Florido	124
Afluente San Pedro	124
Afluente Chuviscar	124
TABLA No. 14 Relaciones de porcentos de superficie a infiltración	125
Cuenca alta del Conchos	125
Cuenca baja del Conchos	125
Cuenca afluente Florido	125
Cuenca afluente San Pedro	125
Cuenca afluente Chuviscar	126
Cuenca Total	126
TABLA No. 15 Bolsón de Mapimí	128
La Morita	128
Los Gigantes	128
Las Brujas	128

	Pág.
Arroyo Colorado	128
Llano del Guaje	128
San Francisco	129
Ocampo	129
Laguna de Clavos	129
Paloma	129
Bolsón de Los Lipancos	129
Laguna de Los Frailes	130
Laguna de La Leche	130
La Gloria	130
Sierra Mojada	130
Valle Acatita	130
Total de Provincia	131
TABLA No 16 Manantiales	131
Durango	131
Municipio de Guanaceví	131
Municipio de San Bernardo	132
Municipio de Pedro del Gallo	132
Municipio de Tepehuanes	132
Municipio de Nazas	132
Municipio de Santiago Papasquiario	133
Municipio de Cuencamé	133
Municipio Peñón Blanco	133
Municipio San Bartolo	133
Municipio Santa Clara	134
Coahuila	134
San Pedro	135
Viesca	135
Parras	135
Nieves	135
Río Grande	136
Zacatecas	136
Fresnillo	137
TABLA No. 17 Pozos-Cuenca de Mayrán	137
Ciudad Lerdo, Dgo.	137
Gómez Palacio, Dgo.	137
Torreón, Coah.	138
San Pedro de Las Colonias	138
Matamoros	138
Viesca	139
Parras, Coah.	141
TABLA No. 18 Precipitación, Ecurrimiento-Infiltración-Evaporación	141
Cuenca de Mayrán	141
Cuenca de El Oro	141
Cuenca Tepehuanes	141

	Pág.
Cuenca de Ramos	141
Cuenca Santiago	142
Cuenca San Juan	142
Cuenca Covadonga	142
Cuenca Cuencamé	142
Cuenca Nazas	143
Cuenca Aguanaval	144
Cuenca Tlahuelilo	145
Aguas subterráneas en las formaciones geológicas	146
TABLA No. 19 Manantiales	149
Valle Salado-Zacatecas	149
San Pedro de Ocampo	149
Mazapil	149
Concepción del Oro	149
Camacho	149
Felipe Pescador	149
Fresnillo	149
Villa de Coz	149
Zacatecas	149
Guadalupe	149
Noria de los Angeles	150
Villa Hidalgo (Santa Rita)	150
Pinos	150
Cedral	150
Venegas	150
Matehuala	150
Charcas	150
Venado	150
Ramos	151
Salinas	151
Moctezuma	151
Aqualulco	151
TABLA No. 20 Pozos Valle Salado-Zacatecas	152
Mazapil	152
San Pedro Ocampo	153
Concepción del Oro	153
Río Grande	153
Villa de Coz	154
Fresnillo	155
Caleza	155
Pánuco	156
Veta Grande	156
Guadalupe	156
La Blanca	156
Ojo Caliente	157

	Pág.
Villa González Ortega	157
Villa Obregón	157
Villa Hidalgo	157
Villa García	157
Pinos	157
TABLA No. 20 Valle Salado - San Luis Potosí	159
TABLA No. 21 Valle Salado	163
La Camisa	163
Cedros	163
Mazapil	163
Concepción del Oro	163
Rucio	164
Villa de Coz	164
Santo Domingo	164
Laguna Seca	164
Matehuala	165
Dr. Arroyo	165
Tula	165
Fresnillo	165
Zacatecas	166
La Blanca	166
Salinas	166
Pinos	167
Moctezuma	167
Iturbide	167
El Sitio	167
La Colorada	167
Ciudad del Maíz	167

FIGURAS

Fig. núm. 1 — 1 — Carta relativa a las zonas desérticas, áridas, semi- áridas y húmedas del N. de México	11
Fig. núm. 1 — 2 — Perfil núm. 1 — N-71° E que corta el paralelo 31 a los 115° 20 W y pasa por el cerro de Provincia, B. California	14
Fig. núm. 1 — 3 — Carta Fisiográfica de la Baja California	16
Fig. núm. 1 — 4 — Perfil núm. 2 que corta el meridiano 114 a los 29° 08' 53". Perfil núm. 3 según el paralelo 28	17
Fig. núm. 1 — 5 — Perfil núm. 4 - N 39° E que corta el paralelo 27 a los 103° 08 de longitud W y el meridiano 113 a los 27° 08 N y pasa por el cerro de La Virgen. Perfil núm. 5 - N 62° E que corta el meridiano 111 a los 24° 42 N y pasa por el cerro de El Mechudo.	19

	Pág.
Fig. núm. 1 — 6 — Perfil núm. 6 - EW que corta el meridiano 110° a los 23° 22' N y pasa por el cerro Miraflores de la sierra Victoria.	20
Fig. núm. 1 — 7 — Carta Hidrográfica del Edo. de Sonora.	25
Fig. núm. 1 — 8 — Cuenca de Casas Grandes - Cuenca Hidrográfica	29
Fig. núm. 1 — 9 — Cuenca del río Conchos - Carta Hidrográfica	32
Fig. núm. 1 — 10 — Bolsón de Mapimí - Carta Hidrográfica	36
Fig. núm. 1 — 11 — Cuenca de los ríos Nazas y Aguanaval. Laguna de Mayrán - Carta Hidrográfica	38
Fig. núm. 1 — 12 — Valle Salado - Carta Hidrográfica	42
Fig. núm. 2 — 1 — Baja California - Carta Geológica	53
Fig. núm. 2 — 2 — Estado de Sonora - Carta Geológica	57
Fig. núm. 2 — 3 — Cuenca de Casas Grandes - Carta Geológica	59
Fig. núm. 2 — 4 — Cuenca del río Conchos - Carta Geológica	63
Fig. núm. 2 — 5 — Bolsón de Mapimí - Carta Geológica	68
Fig. núm. 2 — 6 — Cuenca de los ríos Nazas y Aguanaval. Laguna de Mayrán - Carta Geológica	71
Fig. núm. 2 — 7 — Valle Salado - Carta Geológica	75
Fig. núm. 3 — 1 — Baja California - Carta Hidrológica	102
Fig. núm. 3 — 2 — Estado de Sonora - Carta Hidrológica.	112
Fig. núm. 3 — 3 — Cuenca de Casas Grandes - Carta Hidrológica	116
Fig. núm. 3 — 4 — Cuenca del río Conchos - Carta Hidrológica	122
Fig. núm. 3 — 5 — Bolsón de Mapimí - Carta Hidrológica	126
Fig. núm. 3 — 6 — Cuenca de los ríos Nazas y Aguanaval. Laguna de Mayrán - Carta Hidrológica	136
Fig. núm. 3 — 7 — Valle Salado - Carta Hidrológica	148

CAPITULO I

INTRODUCCION

Por sugestión del finado Sr. Ing. don Teodoro Flores, que fuera Director del Instituto de Geología, se emprendió el estudio de las regiones desérticas de México, en vista de la importancia que para el país tiene la conquista de una parte tan considerable de su territorio.

Indudablemente que el progreso científico del mundo, traerá bien pronto un gran adelanto: la purificación de las aguas del mar, haciéndolas potables, económicamente. Cuando tal cosa se realice, se dispondrá de agua en las cantidades requeridas, aun en las partes más altas de los continentes y revolucionará la agricultura. Por otra parte, el progreso de la química producirá sustancias alimenticias sintéticas, liberándonos de la tierra, para la subsistencia.

Mientras se alcanzan esos objetivos, será necesario atender a nuestros recursos acuíferos y agropecuarios, para la conquista de las regiones desérticas y el mayor bienestar de la humanidad.

En el presente estudio se han tomado en cuenta, fundamentalmente, el factor climatológico para definir las regiones áridas; pero, dentro del mismo, se han incluido zonas semi-áridas, íntimamente ligadas y aun áreas de clima húmedo menores, por ser inconveniente su separación, desde los puntos de vista hidrológico y fisiográfico.

Algunos autores, entre ellos G. Drouhin (1) * señalan para limitar las zonas áridas, la utilización de la isoyeta 100 mm.; demarcan las zonas semi-áridas entre 100 y 500; y las zonas húmedas entre isoyetas de 500 y más de este valor. Y. Simaika (2) llama zonas desér-

* Los números entre paréntesis se refieren a la bibliografía que se adjunta al final del texto.

ticas a las de precipitaciones comprendidas entre 0 y 200 mm.; áridas entre 200 y 400 mm.; y semi-áridas entre 400 y 800 mm.

Aquí se utiliza el coeficiente de Lang, que corresponde, dentro de la precisión requerida, al de Thornthwaite y permite seguir, también, las divisiones climatológicas de Koeppen, para la distinción de las siguientes zonas:

- 1) Desérticas, con coeficientes comprendidos entre 0 y 5.
- 2) Áridas, con coeficientes entre 5 y 15.
- 3) Semiáridas, entre 15 y 30.
- 4) Subhúmedas, entre 30 y 65.

Las regiones desérticas de México, se localizan en la porción norte del país, entre los 23° y $32^{\circ}30'$ de latitud norte y entre 102° y 117° de longitud, al W. de Greenwich. Fig. 1-1. Abarcan la mayor parte de la península de Baja California, gran parte del Estado de Sonora, notoriamente su zona costera y buena porción de los Estados de Chihuahua y Coahuila, con una superficie, en total, de unos 300,000 Km².

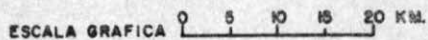
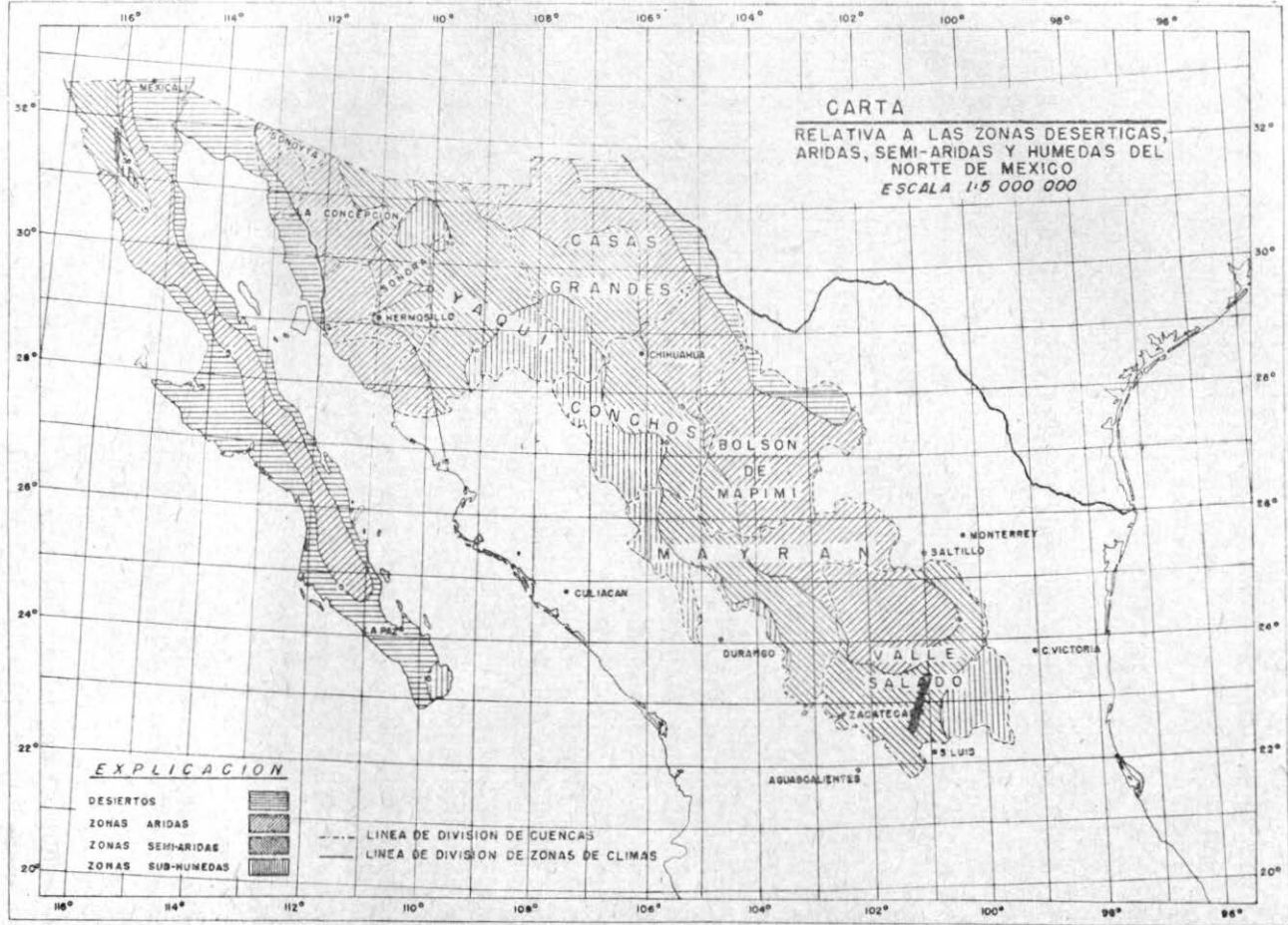
Las regiones áridas y semi-áridas, comprenden parte de los referidos Estados y también de los de Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, México, Tlaxcala, Puebla, Guerrero y Oaxaca, teniendo una superficie de poco más de 700,000 Km².

FISIOGRAFIA

Se hará una breve descripción fisiográfica de las regiones motivo de este estudio; pues la magnitud y variedad de los elementos fisiográficos demandan un estudio especial que, por hoy, no se hace con todo el detalle necesario, por carecer de una buena base cartográfica.

Se tomarán en cuenta las siguientes unidades:

- 1) Península de Baja California.
- 2) Estado de Sonora.
- 3) Cuenca de Casas Grandes.
- 4) Cuenca del Conchos.
- 5) Bolsón de Mapimí.
- 6) Cuenca de Mayrán.
- 7) Valle Salado.



Las sierras de Baja California y Madre Occidental, a las que en lo sucesivo se llamarán Peninsular y Sierra Madre, son casi paralelas, pues las distancias que las separan, medidas normalmente a sus ejes longitudinales, son de 580 Km. en sus extremos septentrionales y de 540 Km. en los meridionales. El eje longitudinal de la sierra de Baja California, tiene una longitud de 1260 Km.; el mismo eje de la Sierra Madre, 1460 Km. hasta el paralelo 19; pero en la zona considerada, tiene 900 Km. desde la frontera con los E. U., hasta el paralelo 24.

La zona costera de Sonora se inicia al pie de las sierras de Cóspera, Azul y Madera, que constituyen estribaciones de la Sierra Madre. Esta zona tiene en su contorno oriental, alturas de alrededor de 500 m. sobre el nivel del mar y una amplitud media de 100 Km.

La Sierra Madre tiene 200 Km. de amplitud media, siendo esta de 300 Km. cerca de la frontera y del paralelo 31 y de 200 Km. en el paralelo 24.

La altiplanicie mexicana se inicia, en su contorno occidental, al pie interno de la Sierra Madre, a 1500 m. de altitud media y, con una amplitud de 300 Km., llega a sus límites orientales, donde alcanza la misma altura. Está afectada por sierritas aisladas, paralelas, que determinan las cuencas endorreicas de Casas Grandes, Nazas, Bolsón de Mapimí y Valle Salado. La cuenca del río Conchos, afluente del río Bravo del Norte, se encuentra en esta zona.

BAJA CALIFORNIA

En esta península, el rasgo más importante lo constituye la sierra californiana. Las consideraciones fisiográficas que siguen, se basan en los estudios de Edward W. Nelson (3) y de Carl H. Beal (4) particularmente en la carta formada por Beal, por lo que hace a relieve, y en la carta geológica de México, de King (5) por lo que hace a las relaciones geológico-fisiográficas. Se ha utilizado también la carta aérea de la U. S. Coast Geodetic Survey.

Antes de entrar en materia, se expondrán algunos puntos de vista generales sobre la fisiografía. En 1938 el autor escribió un artículo sobre clasificación de los elementos topográficos (6) con la mira de introducir el análisis cuantitativo, en las descripciones fisiográficas. Ultimamente, Strahler (7) insiste en la idea de aplicar, en la mayor

escala posible, el análisis cuantitativo y se recuerda las palabras de Lord Kelvin:

“Cuando se puede medir un objeto y expresarlo en números, se sabe algo de él; pero cuando no es así, su valorización es muy pobre y poco satisfactoria. Puede ser el principio del conocimiento; pero muy distante de alcanzar el valor de una ciencia”.

De acuerdo con estas ideas, se han introducido nuevas medidas en el estudio de las elevaciones que, para ser consecuentes con un estudio anterior sobre los ríos (8), se denominan índices.

Para obtener estos índices, es necesario contar con buenas cartas geográficas, con curvas de nivel de una equidistancia tal, que reflejen el verdadero relieve, no omitiendo los elementos secundarios y obtener de esas cartas varios perfiles trazados en las partes de diversa morfología. A continuación se explica el perfil No. 1. Fig. 1-2 de la sierra peninsular de Baja California, que pasa por su punto más alto, o sea, el cerro de Providencia.

El índice de “elevación” * es el cociente que resulta de dividir la altura máxima de la sierra, E-I, entre la amplitud de la base A-H. Cuando la sierra es asimétrica, como es lo más frecuente, se distinguen los índices de elevación de uno y otro lado; en este caso del E.

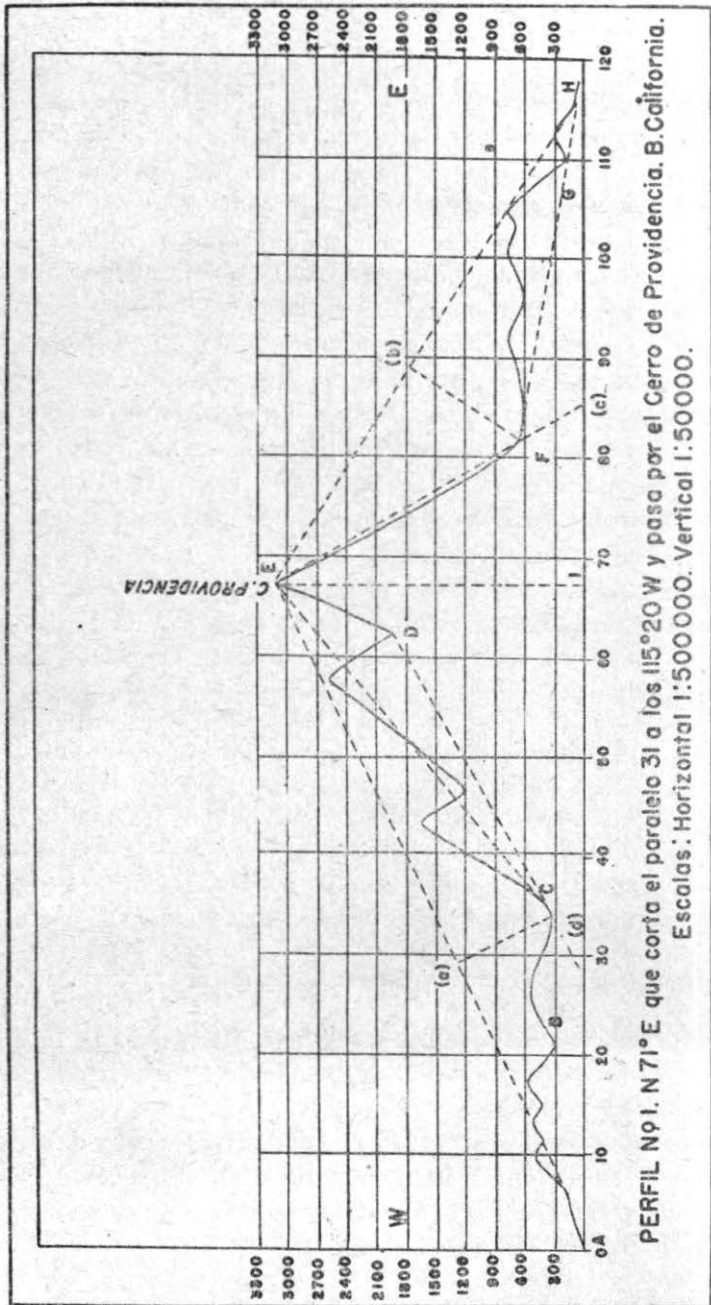
y del W. Para el primero se tiene $\frac{E-I}{I-H}$ y para el segundo $\frac{E-I}{A-I}$.

El índice de “escarpa” se obtiene para uno y otro lado. Para el del E. se divide la altura E-I entre la amplitud I-(c), que se obtiene trazando la línea E-H y sobre ella la normal máxima F-(b), que marca el punto de escarpa F. Después se traza la línea E-F-(c) para tener la distancia I-(c), que entra en la fórmula $\frac{E-I}{I-(c)}$.

El índice de “combamiento” se obtiene dividiendo la flecha máxima, de cada lado, es decir, las distancias (a)-C y (b)-F entre las distancias E-(a) y E-(b).

El índice de “escalonamiento” es igual al por ciento de la superficie mostrada en el perfil, hasta la línea C-D, respecto a la superficie del cuerpo de la sierra, del mismo lado, sin tener en cuenta sus accidentes, o sea, el A-C-D-E-I-A.

* Todos los índices en porcientos.



PERFIL Nº 1. N 71° E que corta el paralelo 31 a los 115° 20 W y pasa por el Cerro de Providencia. B. California.
 Escalas: Horizontal 1:500000. Vertical 1:50000.

FIGURA 1-2

El índice de "estribación" determina la importancia de las elevaciones situadas al pie de la sierra y que, en algunos casos, forman sierritas paralelas. Es igual al por ciento de la superficie del perfil, arriba de la línea A-C-D, en relación con la superficie del cuerpo de la sierra, como se marcó anteriormente, o sea, A-C-D-E-I-A.

El índice "serrático" resulta de dividir el área de la sección transversal total de la sierra, entre 10.

El índice "longitudinal" es igual a la longitud, expresada en miriámetros.

El índice "transversal" es igual al por ciento de la amplitud, respecto a la longitud de la sierra. La amplitud media se obtiene dividiendo el área en Km.² entre la longitud en Km.

Aplicando estos índices se formó la tabla Núm. 1, (pág. 45) que contiene los datos de las sierras Peninsular y Madre Occidental.

La sierra Peninsular comprende dos porciones de características diferentes, Fig. 1-3. La norte, de 620 Km., llega hasta el paralelo 28 y está constituida, principalmente, por granitos y rocas cristalinas. Su flanco occidental es de pendiente relativamente uniforme, que en el perfil presentado resulta, en término medio, del 4.62%, con máximas generales de 9.7% y flancos de cerros y elevaciones secundarias, con pendiente hasta del 60%. El flanco oriental es muy escarpado, mostrando una rugosidad extrema; pues la pendiente máxima, general, es del 26% y la máxima secundaria, vertical.

Estos rasgos se deben al levantamiento de un peneplen granítico, que se inclinó hacia el W. y quedó cortado al E, por fallas que forman las escarpas que hacen frente al Golfo de California. Podría decirse que esta parte de la montaña forma un gigantesco "hog back". El perfil Núm. 2, Fig. 1-4, representa un relieve muy común en la península.

Longitudinalmente, la sierra se eleva desde la frontera, donde tiene 1500 m. de altura, hasta el Cerro Colorado (31.3-115.3) * que es la eminencia mayor de la sierra Juárez, la que termina en el Paso de San Matías, (31.2-115.3-) 1000 m. Desde este puerto, la sierra toma el nombre de San Pedro Mártir, que alcanza su máxima elevación en el cerro de Providencia (31.0-115.2) a 3086 m, pudiéndose destin-

* Al referirse a las localidades, para evitar la pérdida de tiempo de su busca, en las cartas, se dan sus coordenadas geográficas; primero la latitud hasta las decenas de minutos y en seguida de longitud W del meridiano de Greenwich. Se agrega la altura en metros sobre el nivel del mar.

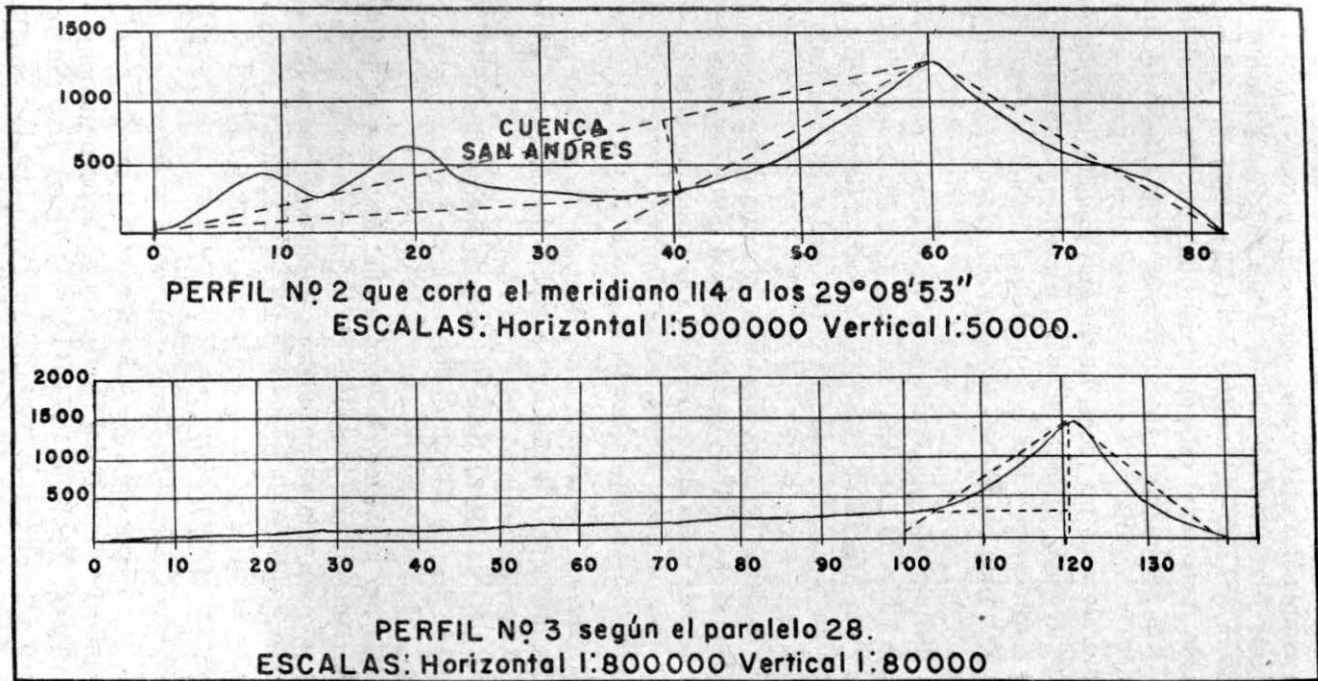


FIGURA 1-4

guir cuatro eminencias más, como son las de Rosarito (30.3-115.1) 1500 m. Santa María (29.4-114.4) 1445 m, Dos Picachos (29.2-114.0) 1688 m, y Las Palomas (28.2-113.3) 1907 m.

La porción meridional está comprendida entre los paralelos 28 y 24 con 520 Km. de longitud, la constituyen rocas efusivas y piroclásticas, riolíticas y basálticas, éstas en menor escala. Como consecuencia de la naturaleza de las rocas, las formas topográficas consisten en mesas, cofres, troncos, pilones, peñones, picachos y aun agujas. El relieve puede considerarse joven. Los perfiles Núms. 3-5. Fig. 1-4 y Fig. 1-5, representan bien las formas topográficas comunes en esta porción de la sierra.

Pueden distinguirse seis eminencias principales, como son las de San Francisco (27.4-113.0) 1219 m., Las Tres Vírgenes (27.3-112.3) 1996 m., El Puro Año (26.5-112.3) 1776 m., La Gigante (26.1-111.3) 1754 m., Santa Cruz (25.3-111.2) 1161 m. y El Mechudo (24.4-110.4) 1518 m.

El eje de la sierra correspondiente a la cresta de la misma, es casi paralelo al litoral del Golfo y se encuentra a corta distancia de él, de 5 a 10 Km., desde cerca del cerro de La Gigante, hacia el S.

El rumbo medio de la sierra, en su conjunto, es de S.30°E. considerada desde la frontera hasta el paralelo 24.

Sierra Victoria.—Se levanta a 50 Km. al SE del extremo de la sierra Peninsular, separada por una planicie que se extiende del litoral del Golfo de California al del Pacífico.

La cresta de esta sierra tiene un rumbo medio de N5°W y una longitud de 145 Km. a contar desde cerca de La Paz hasta el Cabo San Lucas.

La constitución granítica de la montaña, hace que el relieve sea del todo semejante al que prevalece en la porción norte de la sierra Peninsular; pero en ella se encuentran numerosos cerros que se destacan con vigor, pudiéndose mencionar 26, alcanzando el más elevado 1900 m. sobre el nivel del mar. El perfil Núm. 6, Fig. 1-6, ilustra las formas de esta sierra.

Elevaciones aisladas.—Son muy numerosas y de pequeña importancia, razón por la que sólo se hará referencia a las dos principales, que se levantan en el litoral del Pacífico y el desierto de Santa Clara, como son la sierra Vizcaíno (27.3-114.3) 750 m., llamada también sierra Pintada y la sierra de Santa Clara (27.0-113.3) 935 m.

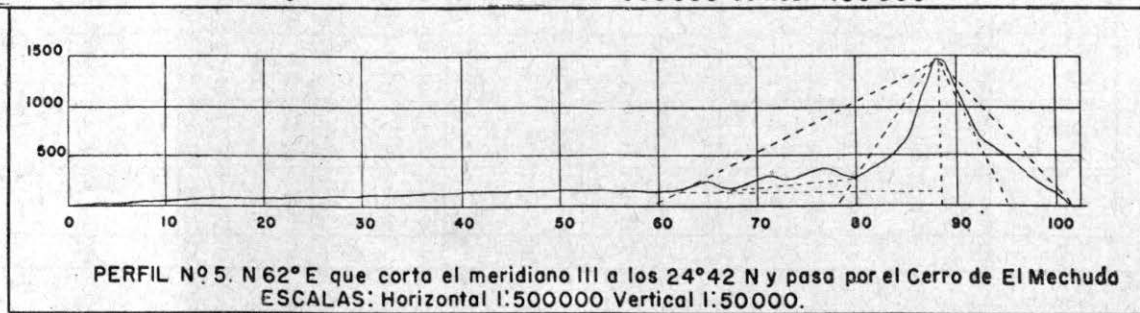
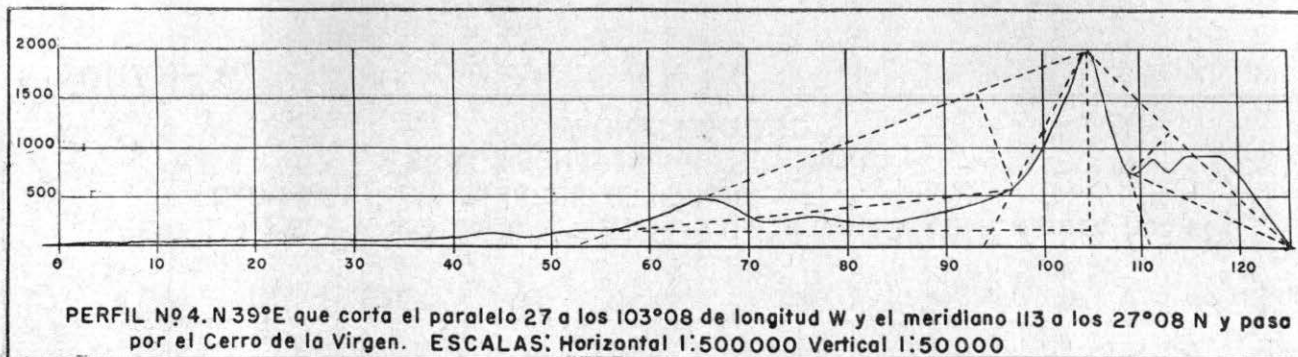


FIGURA 1-5

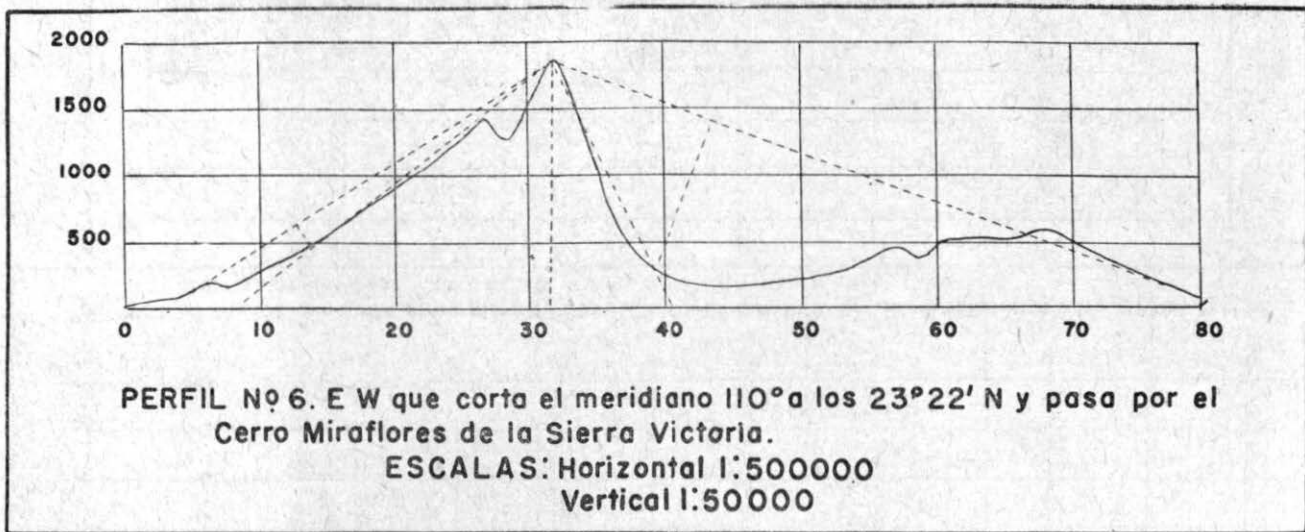


FIGURA 1-6

La sierra Vizcaíno tiene una longitud de 110 Km. en dirección paralela al litoral, con una amplitud máxima de 30 Km. Sus formas son suaves y arredondadas, estando constituida, en su parte central, por tobas detríticas y areniscas, mientras que en su parte meridional las formas son abruptas y rugosas, pues predominan las rocas granodioríticas, así como gneis y esquistos.

La sierra de Santa Clara tiene su cresta orientada de N a S, con una longitud de 60 Km. Su relieve es semejante al que presenta la sierra Peninsular, en su porción meridional, pues está constituida por las mismas rocas y se hallan en igualdad de condiciones climatológicas.

Independientemente del estudio de los perfiles, se consignan en la tabla Núm. 2, las características topográficas de las sierras.

Respecto a las alturas, se les ha tomado en cuenta estimándolas sobre un plano horizontal, imaginario, que se ha situado en el punto de menor altura registrada en su periferia. El punto medio se ha tomado sobre el eje mayor, correspondientes a la longitud de la sierra.

Planicies.—Se consideran 16 planicies independientes, de las cuales, 10 están en la costa del Golfo, 5 en la del Pacífico y una se extiende de costa a costa. La más extensa corresponde al desierto de Santa Clara, llamado también del Vizcaíno (28-114) 60 m., con 16.056 Km.² En la costa del Pacífico le sigue en importancia, por su área, el desierto de Magdalena (25-112). En la misma costa, el tercer lugar corresponde a la planicie de Mexicali (32-115) que comprende la laguna Salada o Macuata y, al S, el desierto que llega a San Felipe.

Las planicies se describirán siguiendo el litoral del Golfo, de N a S y el del Pacífico de S a N.

La planicie de Mexicali tiene una superficie de 4000 Km.² y corresponde al delta del río Colorado, poseyendo tierras de una gran riqueza agrícola, que hoy se riegan por medio de la gran presa "Cuauhtémoc"; pero, por sí misma, es de características desérticas extremadas, sobre todo hacia San Felipe, encontrándose dunas, pedimentos y playas salinas, entre ellas la mayor, que es la "Laguna Macuata".

Como rasgos topográficos secundarios, se mencionan terrazas marinas, que acusan movimientos epeirogénicos.

El desierto de Enmedio tiene una superficie de 2430 Km.² Está situado entre los 31°10' y 30°30' de latitud, entre las sierras de San Pedro Mártir, donde ésta alcanza su mayor altura y la sierra para-

lela y costera de Santa Rosa. En esta planicie, relativamente elevada, pues su parte más baja tiene 365 m. de altitud, las dunas cubren la mayor parte del terreno, siendo evidente su extrema aridez.

Las planicies que se localizan entre el paralelo 30 hasta cerca de La Paz (24.1-110.2) son de muy escasa importancia y las que aparecen en la Carta de King, no figuran en la de Beal, ni en la de Nelson. Hay una notable discrepancia entre estas cartas.

La planicie de La Paz que, como ya se dijo, separa las sierras Peninsular y Victoria, tiene una área de 2697 Km.² La superficie del terreno es poco arenosa y se encuentra surcada por numerosos arroyuelos.

Dando vuelta hacia el N en el litoral del Pacífico, se encuentra la planicie de Magdalena, de 9525 Km.² que fue estudiada con cierto detalle por una comisión del Instituto Geológico de México (9). En ella se encuentran médanos bastante extensos.

Viene en seguida el desierto de Santa Clara o del Vizcaíno, comprendido entre 26°20' y 28°30' de latitud, que avanza extraordinariamente hacia el E 106 Km., dejando a la sierra Peninsular una faja de sólo 30 Km., pegada al Golfo. El perfil Núm. 3, ilustra el relieve a que se hace referencia. Casi toda la superficie de esta planicie está cubierta de médanos y sus condiciones generales corresponden a las de una extremada aridez.

Desde este desierto, hasta la frontera, siguiendo el litoral, sólo son de mencionarse las planicies de San Quintín (30.3-116) de unos 400 Km.² de superficie y la de Ensenada (31.5-116.4) de unos 200 Km.²

Hidrografía.—La cuenca más importante es la que corresponde al delta del río Colorado, tanto por su extensión como por sus recursos acuíferos. Le sigue en importancia la cuenca de Tijuana, cuyos datos pueden apreciarse en la tabla Núm. 3, que consigna los índices hidrográficos de las cuencas principales, con superficies de más de 300 Km.² y longitudes de los cursos de más de 20 Km. Los arroyos individuales menores, sin afluentes apreciables en la carta de Beal, son muy numerosos. Se anotaron 54 en la costa del Pacífico, de los cuales 11 tienen nombre; y 37 en la costa del Golfo de California, entre los que 10 tienen denominación.

Los arroyos que figuran en la tabla 3, pertenecen a la costa occidental de la península; pues en la oriental, ninguno merece conside-

ración especial y están enumerados de N a S. Las cuencas son contiguas hasta Santa Catarina (29.3-15.2); la de Punta Prieta (28.4-14.2) está separada de las anteriores, por una faja de arroyos insignificantes, de 130 Km. de longitud y, en seguida, se interpone el desierto del Vizcaíno, encontrándose el arroyo que sigue, de cierta importancia, llamado de San Gregorio (26.05-12.1) separado del de Santa Cruz (25.3-14.1) por 70 Km.² de costa. Las tres últimas cuencas son contiguas en la montaña; pero con separaciones hasta de 100 Km. en la planicie de Magdalena.

Las condiciones hidrográficas de la península son tales que, solamente 42.700 Km.² tienen cuencas hidrográficas importantes. El 90% de ellas desaguan hacia el Pacífico, o sea, en la vertiente noroccidental de la sierra; en tanto que al S del paralelo 29, con excepción de cinco cuencas, todas ellas son demasiado pequeñas. En los 100,240 Km.² restantes, o existen desiertos sin arroyos bien establecidos o arroyuelos individuales del 7º orden, que son prácticamente torrenteras (8).

Para explicarse la hidrografía de la península, es necesario tener en cuenta que si no toda ella, cuando menos la parte norte, donde se localizan las cuencas principales, corresponde a un gran plano inclinado, con su echado al NW, o sea el peneplen levantado, de que se habló al tratar del relieve.

El arroyo de Tijuana sigue un curso en el que, en parte, es paralelo al eje de la sierra y, en parte, es normal, siendo alternativamente longitudinal y transversal. Pudiera considerarse actualmente como consecuente; pero su relación con el peneplen lo hace superimpuesto.

El arroyo de Guadalupe (32.1) * sigue igual trayectoria que el Tijuana, en cuanto a sus relaciones con la sierra. Otros arroyos son francamente transversales y tienen el carácter de antecedentes, como los de San Carlos (31.4) a Santa Catarina (29.4).

Todos los arroyos, en su trayecto por la sierra, se alojan en barrancas profundas que, en partes, tienen la forma de cañones y gargantas. En su mayoría, al llegar a la planicie costera, se convierten en alvéolos de mucha anchura y escasa profundidad, casi al nivel del terreno.

En las Tablas 2 y 3 (págs. 46-48) se consignan datos de los elementos orohidrográficos.

* Para localizar el arroyo se da la latitud aproximada de su desembocadura.

SONORA

Descripción general.—La región propiamente desértica del Estado, corresponde a la planicie costera, desde la desembocadura del río Colorado por el N, hasta los 29° de latitud, por el S. Su longitud es de unos 800 Km. y su amplitud media de 100. Fig. 1-7.

En esta zona no se encuentran elevaciones aisladas importantes, con excepción de la sierra del Viejo (30.1-130.4); en seguida se distingue otra zona de unos 50 Km. de anchura media, que se eleva de 300 a 600 m. de altura sobre el nivel del mar, con una pendiente media de 6%, con su límite oriental que se va alejando cada vez más de la costa, conforme se avanza al S, de manera que distan de ella 130 Km. en el paralelo 31, y 300 Km. en el paralelo 29.

Internándose hacia el E, se encuentra otra zona más amplia que las anteriores, de unos 150 Km. de anchura, también más angosta cerca de la frontera y en la que se levantan algunas sierritas aisladas, de cierta importancia, como puede apreciarse por sus índices fisiográficos. La zona está comprendida entre los 600 y 900 m. de altitud y su pendiente máxima es de 6%, siendo la mínima de 2%.

Limitando a esta zona hacia el E, se levanta la llamada Sierra Madre; que no es realmente una sierra, pues se trata de sierritas paralelas, casi de igual altura, separadas por valles más estrechos mientras más se avanza al E. Los cercanos a la parte-aguas continental, se reducen a profundos cañones.

Las zonas costera, media y alta, forman, en realidad, una gran planicie, en la que el relieve más importante consiste en sierritas relativamente angostas, alargadas y de corta altura, separadas por extensiones planas de alguna consideración. En la cuenca del río de La Concepción, las sierritas están dispuestas en tres alineamientos, casi paralelos, con rumbos NW-SE y las ligan contrafuertes transversales, con frecuencia tan importantes como las mismas sierritas.

En la constitución geológica de la mayor parte de las sierras, predomina el granito y el relieve muestra la pendiente de gravedad conocida con los términos de "steilwand" y "boschung". En las sierras formadas por rocas sedimentarias, la diferente resistencia de ellas a la erosión, ha producido cuestas y escarpas, siendo claro el control estructural o ajuste del relieve a la dureza de las distintas capas, cuyo rumbo corresponde a la dirección de las sierras. Donde dominan las

rocas ígneas efusivas, se encuentran mesas y el relieve muestra caracteres de juventud.

En las porciones alta y media de las cuencas, se extienden terrazas escalonadas, resultado de las alternativas del predominio de la erosión vertical o lateral, por la intervención de cambios climatológicos y, seguramente, como producto, también, de levantamientos, posiblemente epeirogénicos y de la influencia de las barreras de rocas duras, que detienen la profundización de los cauces en el paso de los ríos, cortando las sierras transversales. Es el avance de la erosión lateral del curso principal y de los arroyos tributarios, el que, atacando los sedimentos previamente depositados, ha dado lugar, como producto de una etapa de arrasamiento, a los notables "cordones" de la región, que no son sino angostos y sinuosos residuos, "doabs" afilados, de las terrazas superiores.

En el tercio central de las cuencas, se desarrolla una topografía tipo "bolsón", con playas o "sebchas", habiendo producido la erosión desértica, algunos "pedimentos".

El tercio inferior de las mismas y la faja costera, son francamente áridas. Los ríos que vienen desde la parte alta de las cuencas, casi nunca llegan hasta el mar; los arroyos que descienden de las sierras inmediatas a la costa, desaparecen antes de llegar al pie de ellas; las dunas ocupan considerables extensiones de terreno y todo acusa una topografía madura, con pequeñas "hammadas", "bornhardts" y formas dómicas de exfoliación y avanzada erosión.

En la planicie del Pinacate, rompen los rasgos desérticos, pequeños aparatos volcánicos y corrientes basálticas angostas y muy alargadas, con una superficie en extremo rugosa y accidentada. Grandes huecos cónicos de varios kilómetros de radio y profundidades de más de 300 m. sugieren los impactos de aereolitos reconocidos en Arizona y Chubb Cráter, Canada, que, probablemente, son aquí cráteres de tipo "caldera".

La cuenca de La Concepción tiene, en su tercio superior, un clima comprendido entre el árido y el subhúmedo, estando el drenaje bien establecido.

En la cuenca del Sonoyta se acentúa más el clima desértico, lo que impide la formación de cursos, pero en sus tercios superior y medio, el río sigue también un cauce bien definido, desarrollando un trabajo intenso, de erosión lateral.

Hidrografía.—La zona desértica carece de drenaje, pues está cubierta de médanos. El primer curso, de cierta importancia, es el río Sonoyta, que desemboca a los $31^{\circ}16'$ de latitud; pero cuyas aguas casi nunca llegan al mar, pues se consumen en las arenas del desierto del Pinacate. En la región propiamente desértica, solamente hay dos ríos con cuencas importantes, como son los de La Concepción y de Sonora; pero a pesar de su extensión superficial, no tienen aguas permanentes y cuando ocurren sus avenidas, raras veces llega el agua al mar, tratándose del primer río y prácticamente nunca llegan las del río Sonora, pues se extienden en la planicie costera desparramándose en ella.

Todos los cursos que circulan en la sierra y en la zona alta de la planicie, siguen una dirección muy cercana a la N S; al llegar a la zona intermedia de ella, algunos sufren notables cambios de rumbo, particularmente el río Sonora, que forma un codo hacia el W, mientras que el río de La Concepción, se comba hasta tomar una dirección NW. En la zona baja de la planicie que se ha llamado costera, todos los cursos son normales o sensiblemente normales al litoral.

En condiciones idénticas a estos ríos por su hidrografía, se encuentra el río Yaqui, vecino al de Sonora, por cuya razón, se tomará en cuenta en las determinaciones de índices hidrográficos. Examinando la carta geográfica de la región, se hace patente un sistema ortogonal de la red y se piensa en la existencia de primitivos ríos consecuentes, longitudinales, acomodados en las formaciones marinas, capturados por corrientes transversales subsecuentes y que, al sobrevenir invasiones de rocas ígneas, mantuvieron su curso en lo general, aunque en algunos lugares, los valles quedaron obstruidos por la acumulación de los materiales volcánicos, formando lagunas, que almacenaban el agua y elevaban su nivel hasta encontrar una salida lateral, hacia otro valle longitudinal.

Los bruscos cambios de rumbo de los ríos, pueden explicarse, en parte, de esta manera, pero indudablemente que hay, además, fenómenos de captura. Uno de los más notables es el del río Bavispe, que fluía de N a S desde la frontera, donde hoy se llama río San Bernardino, hasta cerca de Moris (28,1-108.3) pasando por Guadalupe (28.5-108.4) y que fue capturado por un transversal en Pedregoso (30.4-109.0) invirtiendo el sentido de la corriente que hoy fluye de S a N, desde muy cerca del río Papigochic (29.32-108.25) hasta Ba-

tepito, cerca de Pedregoso. El resto del río fluye de N a S. No puede menos de tomarse en cuenta la interposición de las rocas volcánicas de la sierra Vallecillos, para interrumpir el curso del río Papigochic (29.35-108.25). De no ser así, tiene que admitirse la idea de que un afluente del río Haros, transversal, capturó al Papigochic. Un subsecuente de este río, capturó a su vez, al río Tomochi (28.4-108.0) y, después, al Temosachic, cerca de Los Adobes (29.0-107.5). De esta manera, el río Yaqui fue tomando alternativas de longitudinal y transversal, hasta desarrollar una red ortogonal.

El mayor progreso de los cursos transversales se debe a movimientos epirogénicos, evidentes en esta porción del país, que impuso a muchos cursos el carácter de antecedentes.

Estas características de los ríos son altamente desfavorables para la región N.W. de Sonora, pues en lugar de disfrutar del agua de los ríos que bajan de la serranía, sólo llegan a ella los que descienden de las últimas sierritas del conjunto. En cambio, la región sur del Estado se favorece, pues así pudo formarse un río tan importante como el Yaqui.

El río de La Concepción tiene hoy un carácter transversal, desde su desembocadura hasta cerca de Santa Ana (30.3-111.1). Sus afluentes son longitudinales y antecedentes.

El río de Sonora es transversal, desde su desembocadura hasta arriba de Ures (29.2-110.2) y sus afluentes son longitudinales, interviniendo fenómenos de captura, como en el caso del río Yaqui. El Sonora capturará al Moctezuma cerca del lugar de este nombre y después al Bavispe por Buenavista, con detrimento del río Yaqui y, entonces, seguramente por la importancia de las crecientes, el Sonora se abrirá un cauce permanente, desde Hermosillo (29.1-105) hasta el mar.

CASAS GRANDES

Existen varias regiones importantes del país, que comprenden cuencas cerradas. Una de ellas fue denominada, desde tiempo atrás, "Provincia de Casas Grandes", en un estudio de las provincias fisiográficas (10). Se trata de varias cuencas lacustres, pequeñas, Fig. 1-8, como son las de Casas Grandes (31.2-107.3), Santa María (31.1-107.2) y Villa Ahumada (30.3-106.3) que son las más importantes; y las menores de Félix Gómez (30.4-105.4), El Cuervo (30.1-105.1)



Tres Castillos (30.0-105.3) Pegajosa (29.5-105.4), El Nopal (30-106.1) Encinillas (29.3-106.3) Hormigas (29.1-105.5) Agua Nueva (29.4-106.1) Bustillos (28.3-106.4) Bavícora (29.2-107.5), Peder-nales (28.2-107.1) y Los Mexicanos (28.1-107).

Las tres cuencas mayores están separadas por sierritas de corta altura, casi paralelas y orientadas de N NE a S SW.

La disposición de la mayor parte de las elevaciones, acusa la influencia del drenaje establecido hacia el río Bravo; pero como en la vertiente exterior de la Sierra Madre, que ya se dijo, es, realmente, un conjunto de sierras paralelas, de diversa morfología y origen, sigue haciéndose evidente que la tectónica relacionada con las formaciones marinas, determinó la existencia de sierritas casi paralelas, que si bien, son de naturaleza volcánica en sus cuerpos exteriores, estuvieron regidas en la distribución de las lavas y materiales piroclásticos, por las elevaciones preexistentes, originadas por pliegues, en los que se acomodaron cursos subsecuentes. Es así como en lugar de tener elevaciones secundarias, que arrancaran de un macizo principal, con un sistema ortogonal o rectangular, se tienen elevaciones paralelas a la parteaguas continental.

Si pudieran desarrollarse los ríos, se tendría en esta zona, un duplicado de lo que ocurre en Sonora, con arterias importantes como el Bavispe y numerosos fenómenos de captura, hasta formar un curso transversal, que colectara las aguas de los longitudinales. Este papel lo podría hacer el mismo río Bravo, cuya dirección es transversal con respecto a los ríos de mayor o menor importancia que se encuentran en esta provincia; pero las condiciones de aridez, no han permitido la evolución de la red hidrográfica, dando por resultado que en gran parte de las cuencas, los cursos secundarios, o sea, los afluentes de los ríos principales, no alcancen a verter sus aguas en éstos. Los mismos ríos no conducen sus aguas a las depresiones principales, sino que las almacenan, indistintamente, en las lagunillas de las partes planas y casi niveladas, de los fondos de las cuencas. Las "playas" de tipo desértico son muy numerosas.

En la parte NE de la provincia, se extiende una gran planicie transversal a los cursos, que es común al fondo de las cuencas de Casas Grandes, Santa María, Villa Ahumada, Félix Gómez y El Cuervo. En ella se encuentran grandes áreas cubiertas de dunas y numerosas "playas".

La importancia de las sierritas y de los cursos fluviales, puede juzgarse por sus índices numéricos que se consignan en las tablas números 1 a 3 que figuran al final de este capítulo.

CUENCA DEL RIO CONCHOS

La cuenca del río Conchos, Fig. 1-9, está situada entre los $26^{\circ}05'$ y $30^{\circ}00'$ de latitud norte y los $104^{\circ}25'$ y $107^{\circ}45'$ de longitud W. de Greenwich y abarca una superficie de 76,211 Km.² Pertenece a la vertiente del Golfo de México, pues el Conchos es afluente del río Bravo del Norte, que limita a México con los Estados Unidos. Forma parte de la Altiplanicie Mexicana, quedando enclavada entre las sierras Madre Occidental y Madre Oriental, participando con las cuencas endorreicas de Casas Grandes, Mayrán y Bolsón de Mapimí, de la gran depresión comprendida entre esas sierras, que tiene, en total, una superficie de unos 300,000 Km.², o sea, el 16.5% de la superficie del país.

Al SW, el límite de la cuenca recorre la cresta de la Sierra Madre Occidental, la que alcanza alturas de 3200 m. sobre el nivel del mar. Su rumbo medio es de $N50^{\circ}W$ y su longitud de unos 320 Km., teniendo entre otros nombres, los de sierra de Los Gatos, entre Guagua-cherare (27.3-106.5) y Tecorichic (26.4-106.4); y sierra del Oro, entre Paraje Seco (26.3-106.1) y 13 Km. al S de Encino (26.1-105.2). La amplitud de la misma es de 150 Km. hasta cerca de la presa de la Boquilla.

La sierra tiene, como contrafuertes principales, el de Chihuahua, que arranca del Cerro Blanco (28.0-107.4) y toma cerca de Cusihui-riachic (29.1-106.4) el hombre de sierra Carichic y cerca de San Andrés (28.3-106.3) el de sierra de San Bernabé; el de sierra del Arco que llega a Santa Gertrudis (27.4-105.4); y el de Santa Bárbara, que arranca del cerro Viborillas (26.1-106.1), la elevación principal en la región, y llega a La Paz (27.2-105.2). La superficie abarcada por la sierra, es de cerca de 33,000 Km.²

Desde Chihuahua (28.3-106.0) y Villa López (27.0-105.0) hacia el NE, se extiende una planicie de 200 Km. de longitud y amplitud de unos 130 Km., recorrida por el río Conchos, casi en su parte media, en la que se levantan lomas o sierritas paralelas, alargadas de NW a SE, con rumbo medio $N30W$, longitudes máximas de 50 Km.,

anchuras de 2 a 4 Km. y alturas de 150 a 750 m. sobre el nivel de la planicie inmediata.

Pequeñas y bajas mesas riolíticas contrastan con la topografía agreste de las sierritas aisladas, constituídas por rocas marinas.

En esta cuenca, aún pueden distinguirse elevaciones longitudinales, de dirección general N-S. Las rocas volcánicas cubrieron de manera más completa los antiguos valles, así como las sierritas que los separaban, en toda la porción SW de la cuenca; pero aún allí, se acusa el relieve anterior, pues los ríos y arroyos son casi paralelos en la montaña, estableciendo una red ortogonal. En la porción NE de la cuenca, se destaca el sistema longitudinal de las sierritas paralelas, con rumbo N30°W desde Meoqui y Julimes (28.2-105.2) hacia el NE. Estas sierritas están compuestas de rocas marinas y siguen el rumbo de los estratos.

Hidrografía.—El río Conchos nace al pie del Cerro Blanco (28.0-107.4) cerca de San Juanito a la altitud de 2250 m. y desemboca en el río Bravo del Norte, en la población de Ojinaga, a la altitud de 786 m., haciendo un recorrido de 640 Km. con un gasto hidráulico, medio, de 56.9 m³/seg., o sea, un índice fluvial (8) de 88.90 litros por Km. lineal de cauce, y como el índice de drenaje es de 119.07, el escurrimiento resulta de 0.74 lps., por Km.² El índice de la escala Myers es de 5.78, atendiendo al gasto de las máximas crecientes, que es de 2800 m³/seg.

Los principales afluentes del río Conchos son los que descienden de la Sierra Madre y son: por la margen izquierda o del N y el W, enumerados en orden descendente, el arroyo de San Ignacio, (27.4-107.3), los ríos San Pedro (28.2-105.2) y Chuviscar (28.3-105.3) y los arroyos de Cervantes (28.4-105.2), Huérfano (28.4-105.2) y Guadalupe (29.1-105.1), ya cerca de la confluencia. Por la margen derecha o del S los ríos Nonoaba (27.3-106.4) y Balleza (27.2-106.2) y los arroyos de Minas Nuevas (27.3-105.2) y Florido (27.4-105.1). El Parral (27.3-105.1) es a su vez afluente del Florido. La tabla Núm. 3 (pág. 36) da los valores de los índices de estos ríos. En ellas puede verse que el río Conchos tiene un alto índice de recorrido, semejante al del Nazas, aunque sus índices de drenaje, específico y categórico, son superiores; pero el erosivo y el fluvial, inferiores a los de ese río.

En el estudio de Strahler (7) al que ya se hizo referencia, se introducen numerosos datos comparativos, siendo el principal el llamado "integral hipsométrico", que se obtiene después de construir una "curva hipsométrica". Esta integral es idéntica al índice específico, dividido por 20 y afectado por un coeficiente que, en el caso del Conchos, es igual a 0.734.

La curva hipsométrica es, en realidad, la expresión de las áreas de una cuenca a alturas determinadas por las curvas de nivel. Como las alturas, al igual que las superficies, se expresan en tantos por ciento, las áreas representan volúmenes. Se hizo el cálculo del volumen del terreno, aplicando la fórmula del Ing. Toscano (11).

$$V = \frac{e}{3} [S_1 + 2 (S_3 + S_5 + S_7 \dots) + 4 (S_2 + S_4 + S_6 \dots)] + S_n \text{ y se obtuvo } 3364.$$

En la que:

V Volumen en m³

e.—Equidistancia de las curvas.

S₁, S₂, S₃ ... Superficie abarcada por las curvas 1, 2, 3, etc. que determinan el relieve de la cuenca.

El área de la curva hipsométrica resulta de 3378. El tanto por ciento de esta área, respecto a la del cuadrado de 100 x 100, es del 33.78. El tanto por ciento del área representada por el volumen calculado anteriormente, respecto al área total es del 33.64.

El resultado es prácticamente igual, lo que permite simplificar las operaciones, aunque sea en pequeña parte, calculando el volumen.

El río Conchos, en cuanto a sus relaciones con la topografía, tiene dos aspectos principales: es consecuente en la Sierra Madre Occidental y es antecedente en la planicie, donde corta transversalmente las lomas, cuando su trazo natural sería seguir el rumbo de éstas, como subsecuente.

Ya con anterioridad, King y Adkins, (17) se refieren a este carácter del río Conchos, al cortar las lomas aisladas, pero bastante amplias, de Morrión, Soldado y Solís.

Como en la cuenca del río de la Concepción, de Sonora, se encuentra en esta planicie, una serie de terrazas escalonadas, con diferencias de altitud o escalones de 10 a 20 m. que son el resultado del predo-

minio de la erosión vertical sobre la horizontal y se podría repetir lo que se dijo al tratar del río de La Concepción (13).

Habiendo estudiado las cuencas de los ríos Santa Catarina y parte del Salinas, en la región de Monterrey, N. L.; la del Nadadores y Sabinas, en Coahuila, y la de este río Conchos, se puede presumir que en la región norte del país, se han efectuado levantamientos importantes, que han dado a los ríos el carácter de antecedentes, si no se tratara de ríos superimpuestos.

En la cuenca alta del Conchos, donde los cursos son consecuentes, el relieve no acusa la influencia de un clima desértico; por el contrario, las formas son arredondadas, las cubiertas de suelos gruesas y muy extensas y el trabajo de la erosión fluvial, casi exclusivo, debiéndose a él la presencia de grandes acastillados.

En la planicie y sierritas aisladas, la acción del clima desértico es evidente, encontrándose pedimentos que bordean generalmente los valles. King y Adkins (12) dicen que los pedimentos han sido moderadamente disectados y que están cruzados por crestas bajas, de areniscas.

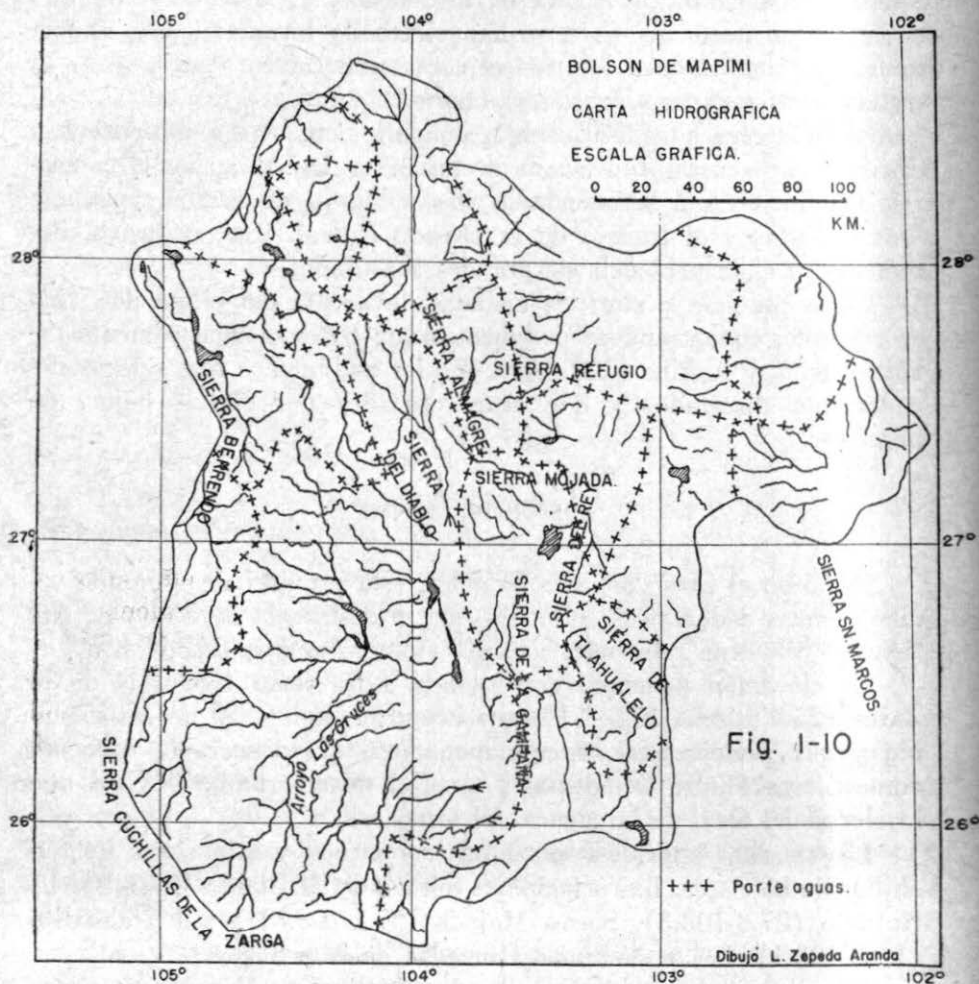
BOLSON DE MAPIMI

Como en el caso de Casas Grandes, esta provincia comprende varias cuencas endorreicas, entre las que se destaca la de Palomas, que tiene 24,383 Km.², de superficie. El conjunto abarca 64.364 Km.²

La elevación principal corresponde a la sierra Cuchillas de la Zarca (25.4-104.5) Fig. 1-10, que ocupa el límite SW de la provincia y que pertenece al sistema montañoso de la serranía conocida como Sierra Madre Occidental y tiene el mismo rumbo NW-SE que la sierra del Oro, de la cuenca del Conchos.

Las sierritas interiores son paralelas entre sí y a la sierra de Cuchillas de La Zarca. Las principales son las de El Diablo (27.1-104.1) Refugio (27.3-103.3), Sierra Mojada (27.1-103.3) y del Tlahualilo (26.3-103.1), las tres últimas alineadas de N a S.

El relieve corresponde a valles longitudinales subsecuentes, separados por sierritas discontinuas, que permiten el enlace inapreciable de las tierras llanas, tanto en el interior de la provincia, como con las planicies inmediatas de la cuenca del Conchos, al W y del río Nazas al S.



La sierra de Cuchillas, presenta las formas características de las formaciones volcánicas, con mesas de bordes acantilados, macizos de rocas ígneas con aspecto de bufas y peñones, así como laderas escalonadas. Las sierritas interiores y de los límites NE y SE, presentan las formas correspondientes al trabajo de la erosión, en capas inclinadas de diversa consistencia, destacándose algunas series de estratos duros.

La erosión progresó lo suficiente para desarrollar cursos subsecuentes, profundizar y ampliar los valles, hasta interrumpir la continuidad de las sierras. Posteriormente, vino un período constructivo de sedimentación, que rellenó los valles hasta formar una planicie, casi continua.

Hidrografía.—El único curso de cierta importancia, es el arroyo de Las Cruces, cuyos índices fisiográficos se consignan en la tabla Núm. 3.

Los demás, son pequeños arroyos que desparraman sus aguas en las planicies y, cuando ocurren fuertes precipitaciones de corta duración, las llevan a pequeñas y numerosas lagunillas de tipo playa, características de los bolsones.

Los arroyos son longitudinales y paralelos a las sierritas que los separan y consecuentes respecto a las actuales superficies del terreno, constituídas por los rellenos de los valles. La escasez de lluvias da a la provincia un carácter francamente desértico, con la presencia de llanuras arenosas y pequeñas dunas, así como algunos "pedimentos".

CUENCA DE MAYRAN

Se encuentra contigua a las cuencas del Conchos y a la provincia del Bolsón de Mapimí. Fig. 1-11, abarcando una superficie de 80,645 Km.²

Son tres los principales ríos que fluyen en esta cuenca; el Nazas, el Aguanaval y el Parras. El primero lleva sus aguas a la laguna de Mayrán, el segundo a la de Viesca y, el último, también a Mayrán. Una parte considerable de la cuenca, la NE, carece de drenaje bien establecido, formándose en ella playas llamadas "barriales", pequeñas lagunillas y dunas.

El relieve consiste en una serie de elevaciones que ocupan, en su mayor parte, la porción W y SW de la cuenca, orientadas de NW a

SE. La parteaguas que limita la cuenca desde el cerro Chorreras (26.0-106.2) hasta cerca de Durango (23.5-105.1) sigue el alineamiento de la Sierra Madre Occidental, que aquí forma ya un importante macizo, aunque se encuentren sierras paralelas a ella y siga siendo la característica de la cuenca, la existencia de sistemas ortogonales, en todo semejantes a los de Sonora, que se han tomado como tipo.

La topografía sepultada se sigue acusando, en la porción cubierta por las rocas ígneas, pues los valles longitudinales se extienden junto a la cresta occidental, alojando a los ríos de Guanaceví (25.4-105.4) Tepehuanes (25.2-105.4) y Santiago (25.0-105.2), que fluyen entre la sierra principal y las paralelas a ella, de Canoas, Candela y La Magdalena. Las sierritas de origen tectónico, que siguen el rumbo de las capas, de NW a SE, suceden hacia el E a las sierras volcánicas, hasta una línea que se puede trazar de Mapimí (25.4-103.4) a las cercanías de San Juan de Guadalupe (24.3-102.3).

En la porción oriental de la cuenca, las elevaciones consisten en sierras paralelas, muy próximas entre sí, orientadas según el rumbo de los estratos, que ha cambiado a E-W. Este sistema está particularmente desarrollado en Parras (25.2-102.4) y termina cerca de Torreón (25.3-103.2). Se presentan en la tabla Núm. 1 los índices fisiográficos de las principales sierras de esta cuenca.

Desde las cercanías de Torreón, hacia el N y el E, se extiende una gran planicie, casi horizontal, donde se alojan las lagunas de Mayrán y Viesca, que actualmente carecen de agua, debido a la captación de ésta, por importantes obras hidráulicas, entre ellas, la presa del Palmito.

Hidrografía.—La arteria más importante, el río Nazas es, en su mayor parte, longitudinal. El primer valle de este carácter, está recorrido por los ríos Santiago, que fluye de SE a NW, y Tepehuanes, de dirección contraria. El río de Ramos, transversal, capturó al Santiago y el Tepehuanes invirtió, poco a poco, la pendiente de su curso.

El río del Oro (25.4-105.2) fluye de NW a SE y toma el nombre de Nazas desde la confluencia del Ramos, continuando con ese rumbo hasta cerca de Rodeo (25.1-104.3), donde el curso se vuelve transversal, hasta su término.

El río Guanaceví se inicia en el mismo valle que el río Tepehuanes, a corta distancia de Ciénega de Escobar (25.3-105.4) fluyendo

hacia el N, hasta cerca de San Esteban (26.0-105.5) donde un transversal afluente del Oro, lo capturó.

En resumen, en la cuenca alta del Nazas existen dos cursos longitudinales paralelos y un transversal, que los conecta. El valle inmediato a la cresta occidental, está recorrido, discontinuamente, primero, en el N, por el río Guanaceví, que fluye de S a N después, en su parte central, en otra subcuenca, por el Tepehuanes, en dirección contraria y, en su extremo S, por el río Santiago, que fluye de S a N y se encuentra con el Tepehuanes en Atotonilco (25.0-105.2). El siguiente valle longitudinal, paralelo y al E del primero, está recorrido por un curso de NW a SE, que toma, primero, el nombre de río del Oro que recibe al Guanaceví y, desde Rincón (25.3-105.0) el de río Nazas. Entre Atotonilco y Rincón, el transversal llamado río de Ramos, lleva al Nazas las aguas del Tepehuanes y el Santiago.

Estos ríos heredan su posición de la red ortogonal de ríos subsecuentes de la formación marina cubierta por las rocas volcánicas; pero al fluir en consonancia con la nueva topografía creada por estas rocas, son en realidad consecuentes.

La región comprendida entre Torreón y Jiménez (27.1-104.5) es una llanura apenas interrumpida por sierritas desgarradas y se hace evidente que durante el período erosivo que permitió el desarrollo de los cursos subsecuentes, había en ella ríos importantes, probablemente conectados con el río Florido u otros paralelos a éste, que erosionaron las elevaciones comprendidas entre dichos ríos, hasta formar una gran planicie. Posteriormente, vino un período de sedimentación, que rellenó los valles y modificó el relieve de esa planicie, dando lugar al establecimiento de grandes cuencas endorreicas y, dentro de ellas, de bolsones y barriales, como los que hoy existen. En estos procesos intervinieron tanto el depósito de rocas piroclásticas y la invasión de las rocas efusivas, como las modificaciones de las condiciones climáticas, con el advenimiento de la escasez de la precipitación.

En el río Aguanaval, no se puede distinguir claramente si se trata de un curso longitudinal, pues las formaciones volcánicas llegaron a modificar totalmente el relieve anterior y se perdió la influencia de las elevaciones marinas. El río fluye de S a N y solamente entre los paralelos 23.3 y 24 tiene, en las formaciones marinas, el carácter de longitudinal primero y transversal después, internándose en

seguida en la planicie, hasta llegar a la laguna de Viesca. Desde cerca de Torreón cambia su dirección, fluyendo de W a E.

El río de Parras, es transversal respecto a las formaciones marinas y conecta valles longitudinales paralelos, orientados de E a W. Ocasionalmente lleva sus aguas a la laguna de Mayrán.

En la planicie se encuentran terrazas escalonadas, relacionadas con alternativas de erosión y depósito de materiales. Esta terrazas están muy bien caracterizadas en las inmediaciones de la sierra de Parras.

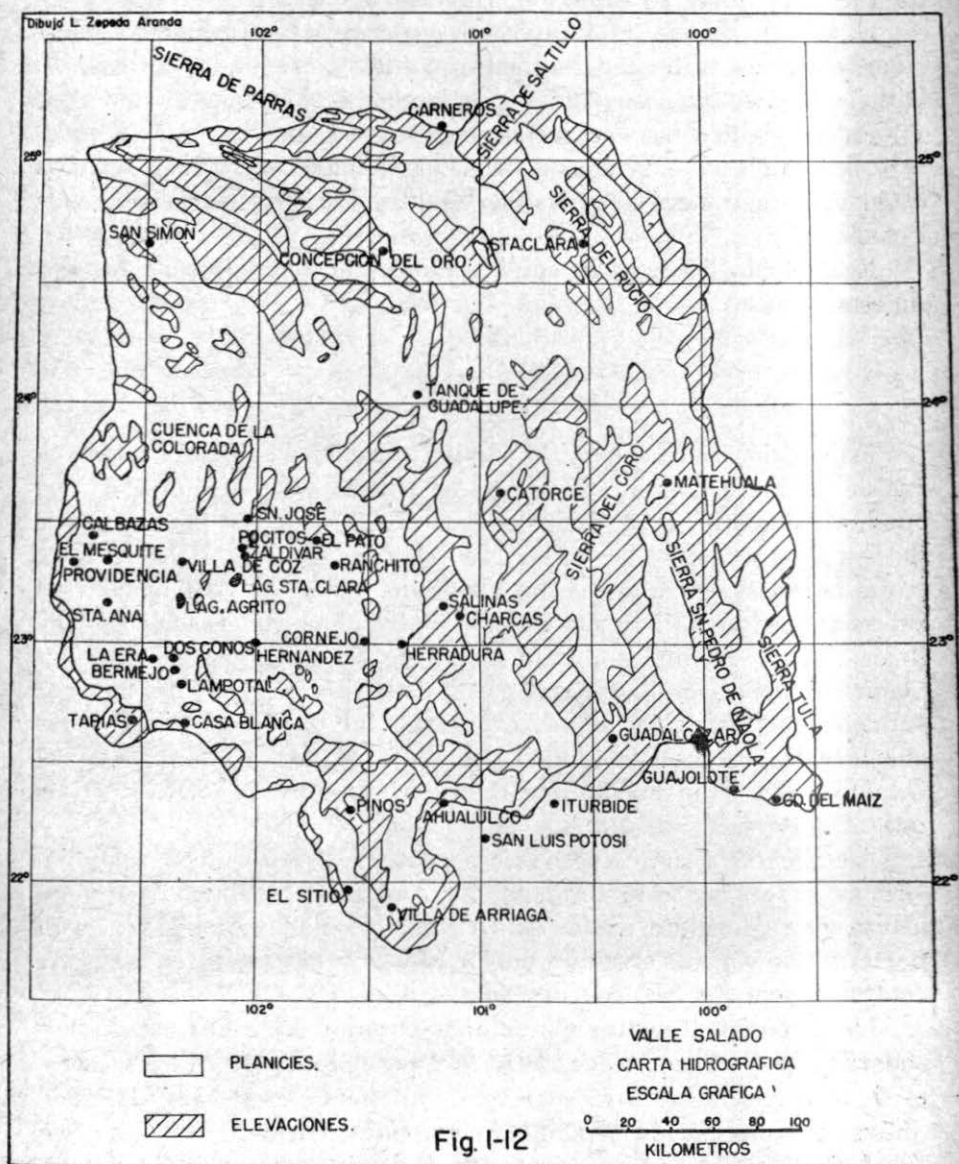
En la tabla Núm. 3, se dan los índices hidrográficos de los ríos de esta cuenca.

VALLE SALADO

Esta región consta, también, de un conjunto de cuencas endorreicas de diversa magnitud. La forma en proyección policónica, es casi cuadrangular, Fig. 1-12, con cabeceras de 300 Km., en las orientadas de E a W y de 330 Km. en las N-S, con una área de 101.880 Km.² cuyos lados, si se tratara de un cuadrado, serían de 319 Km. En la cabecera meridional hay una saliente central, que avanza unos 80 Km. hacia el sur, con una amplitud media de 50 Km., ocupada por las pequeñas cuencas de La Colorada y El Sitio. En el ángulo SE hay una saliente, también hacia el SE, avanzando 50 Km. y, en ella, se encuentran las cuencas de Ciudad del Maíz (Magdalena Cedillo) y el Guajolote. El Valle Salado está comprendido entre 21°50'-25°50' de latitud norte y 99°30'-102°55' de longitud W.

Atendiendo a sus características generales, puede decirse que su sistema orográfico está formado por sierras, generalmente de poca altura y una longitud media de 40 Km., orientadas casi E-W, en su parte norte, y por sierras de mayor altura y extensión, en su parte central, oriental y SE, con direcciones N a S.

La disposición de las elevaciones permite distinguir cuadrantes separados por los meridianos 101° y el paralelo 23°30'. El NW consta de sierras arqueadas en su planta, casi paralelas y bastante inmediatas, con orientación W-E dominante en su parte N, mientras que en el S, se establece una orientación N-S como consecuencia del arqueo. El cuadrante NE muestra el mismo arqueo, pero el número de sierritas es menor y su separación mayor. En el primer cuadrante,



penetran las sierras en el ángulo NW, con rumbo franco W-E; en el segundo, la esquina NE es curva, correspondiendo al trazo de un gran arco, con radio de 180 Km. cuerda de 205 Km. y ángulo de 1.4 radianes.

En el tercer cuadrante o del SW, las elevaciones consisten en pequeñas sierritas, mesas de bastante importancia en la parte SE del cuadrángulo y lomas arredondadas, de poca significación en el relieve. La disposición de las sierritas sigue siendo N-S, las mesas principales no determinan orientación particular, extendiéndose más entre Pinos (22.2-101.3) e Iturbide (22.2-100.4) y al S del paralelo 22.30.

La extensión de las planicies se hace muy considerable, alcanzando 70 Km. de amplitud y 130 Km. de longitud, entre Lampotal (22.51-102.25) y Herradura (23.02-101.45).

En el cuarto cuadrante o SE, el número, la amplitud, longitud y altura de las sierras, es mayor, estando dispuestas con orientación N-S. Los valles comprendidos entre ellas, son angostos, alargados y paralelos.

Las planicies de todos los cuadrantes, exceptuando parte de las del SE, son continuas, por más que se forman numerosas cuencas cerradas, algunas con lagunas separadas por sierritas paralelas.

En la provincia existen tres sistemas de sierras; el tipo Parras al N, el Rocaloso al centro, el E y parte del W; y las mesas del S. El Rocaloso domina en las provincias, particularmente al E del meridiano $101^{\circ}30'$, entre los paralelos 22.30 y 24.30.

La transición del sistema de Parras, con orientación W-E, al sistema Rocaloso, se hace por medio del gran arco del que se habló, que tiene su centro en Tanque de Guadalupe (24.01-101°15'). Este arco termina en el paralelo 24, al S del cual, la orientación es N-S, hasta llegar al paralelo 23, donde se establece el sistema Rocaloso.

El sistema Parras está constituido por la sierra del mismo nombre, que forma el límite septentrional de la provincia, hasta cerca de Carneros (25.10-101.07) al S; de esta sierra se encuentran otras paralelas, menos importantes, casi contiguas, que llegan hasta Mazapil y Concepción del Oro (24.4-101.25).

Al E del Carnero, se levanta la sierra de Saltillo, que inicia el arco que forma el límite NE de la provincia y, paralela a ella, separada unos 10 Km., la sierra del Rucio (24.4-100.2).

Al sistema Rocaloso pertenecen, como sierras importantes, varias

sierritas aisladas. La sierra central en la provincia, es la de Charcas y le siguen hasta el E la de Catorce-Guadalcázar-del Coro o Ypoa, San Pedro Naola y Tula-Cinco Palos.

Las elevaciones del W de la provincia, pertenecen también al sistema Rocaloso, pero son discontinuas y de corta significación. La sierra mayor tiene su eje longitudinal de 50 Km.

Entre las sierras del S se mencionará a la de Zacatecas, la de Pinos-Peñón Blanco, del sistema Rocaloso y la de San Miguelito, que puede considerarse como prolongación de la sierra de Charcas.

En la provincia no existen ríos ni arroyos de importancia y sí numerosas lagunillas, entre las que se mencionarán las siguientes: San Simón (24.4-102.3), La Camisa (24.06-102.2), La Colorada (23.48-102.24), las muy pequeñas de San Gaspar, El Burro y Providencia (23.4-102.15), las de Calabazas, Tapias, San Antonio, Santa Ana, Palillo y Chichimequillas, cercanas al Mezquite (23.22-102.36), las de Pocitos, Zaldívar, Santa Clara, San José, Agrito, del Pato y Blanca, cercanas a Villa de Cos (23.18-102.21) Lampotal, La Era, Bermejo y Casa Blanca, cerca de Dos Conos (22.51-102.24), Ranchito (23.18-101.42), Hernández (23.01-102.01), Cornejo (22.58-101°31) y Salinas (22.08-101.15). Las más importantes son las de Santa Ana y Salinas, siguiéndoles, con una importancia mucho menor, las de La Blanca y Santa Clara. Las restantes son insignificantes.

TABLA NÚM. 1
INDICES FISIOGRAFICOS

	Elevación			Escarpa		Cambamiento		Escalonamiento		Estribación		Serrático
	General	del E	del W	E	W	E	W	E	W	E	W	
BAJA CALIFORNIA												
Sierra Pe- ninsular. Perfil												
No. 1.	2.76	6.52	5.04	17.71	8.37	52.94	24.70	—	18.0	17.7	7.1	14.2
No. 2.	1.62	5.77	2.24	10.40	5.20	5.65	26.20	—	—	—	42.1	4.2
No. 3.	3.86	8.20	6.66	12.00	7.80	21.90	7.15	—	—	—	—	2.2
No. 4.	2.94	9.75	3.88	33.40	18.50	52.20	84.00	—	—	33.2	14.5	3.9
No. 5.	3.75	11.53	4.90	21.40	13.00	27.20	50.00	—	—	—	27.5	1.6
No. 6.	2.25	3.75	6.55	20.00	7.85	69.00	8.70	—	8.5	79.4	—	4.2
SONORA												
Sierra Madre Perfil												
13-7-	1.87	3.01	5.80	5.33	9.03	13.62	18.50	233.5	60.5	—	360.0	26.7
11-8-	0.83	1.48	1.91	2.25	4.70	12.72	27.70	60.5	152.5	—	—	58.3

TABLA NÚM. 2
CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS

Nombre de la sierra	Superficie Km. ²	Longitud Km.	Amplitud Km.	Superficie de la sección vertical Km. ²	Rumbo medio	Altura máxima m.	Altura media m.	Volumen Km. ³ x10 ⁻³	Punto medio Latitud N	Longitud W
BAJA CALIFORNIA										
Peninsular, B. C.	101,808	1,170	87.0	1943.50	N30W	3,100	1,660	169.000	28.23	113.27
ESTADO DE SONORA										
Paredones, Son.	377	48	7.8	25.95	N28W	950	540	0.204	31.16	112.33
El Chanate, Son.	325	46	7.1	17.50	N52W	580	380	0.123	30.56	112.07
El Viejo, Son.	601	66	9.1	38.30	N30W	900	580	0.349	30.19	112.20
Pinitos, Son.	816	53	15.3	25.70	N20W	800	480	0.392	31.05	110.47
San Antonio y Aconchi, Son.	970	87	11.1	21.35	N24W	380	250	0.242	29.58	110.28
Manzanal, Son.	1,250	94	13.3	45.15	N20W	800	480	0.600	30.55	110.12
Santa Margarita, Son.	958	77	12.4	27.75	N 5W	600	360	0.345	29.58	110.04
Buenos Aires, Son.	670	91	7.4	33.50	N20W	700	370	0.248	30.43	109.49
Oposura, Son.	1,333	100	13.3	66.65	N 5W	1,200	670	0.893	30.14	109.36
La Madera, Son.	3,790	150	25.2	162.95	N 5W	2,100	1,400	5.306	30.05	109.06
CUENCA DE CASAS GRANDES										
Del Arco	1,774	195	16.8	49.75	N24W	650	470	0.550	29.35	107.36
Bachimba	3,572	153	23.3	50.50	N24W	460	330	1.178	28.35	107.17
Del Nido	5,961	170	35.1	43.05	N21W	350	250	1.490	29.12	106.45
CUENCA DE CONCHOS										
Grande	277	40	6.9	10.30	N45W	380	260	0.072	29.17	104.39
Rabona	247	53	4.6	11.35	N40W	300	210	0.052	28.19	104.50
Terreño	135	40	3.4	11.85	N28W	450	290	0.039	29.07	105.14
Del Gato	4,340	260	16.7	398.60	N30W	1,650	1,500	6.510	27.02	106.57

TABLA NÚM. 2 (Continuación)

Nombre de la sierra	Superficie Km. ²	Longitud Km.	Amplitud Km.	Superficie de la sección vertical Km. ²	Rumbo medio	Altura máxima m.	Altura media m.	Volumen Km. ³ x10 ⁻³	Punto medio Latitud N	Longitud W
BOLSON DE MAPIMI										
Cuchillo de la Zarca	563	70	8.0	18.40	N35W	380	260	0.146	25.45	104.52
Berrendo y Barraza	278	90	3.1	19.80	N35W	370	220	0.061	27.10	104.40
Campana	147	35	4.2	8.55	N 5W	300	240	0.035	26.20	103.32
Son Marcas	402	80	5.0	18.05	N20W	360	220	0.088	27.37	103.32
El Diablo	1,186	65	18.2	22.30	N30W	520	340	0.403	27.14	104.08
Almagre	282	40	7.0	8.30	N20W	360	200	0.056	27.33	103.52
Sierra Mojada	306	45	6.8	11.30	N30W	430	250	0.076	27.15	103.44
Tlahualilo	738	70	10.5	23.25	N30W	600	330	0.243	26.29	103.14
Del Rey	337	36..	10.5	10.85	N30W	500	300	0.113	26.54	103.09
CUENCA DE MAYRAN										
Chorreras	3,343	260	12.8	305.80	N30W	1,500	1,100	3.677	25.03	105.45
Canoas y Candela	1,217	80	15.2	28.20	N15W	700	350	0.426	25.35	105.37
Coneto	739	115	6.4	47.20	N40W	800	410	0.303	24.56	104.38
Magdalena	3,256	115	28.3	71.35	N18W	820	620	2.019	24.35	105.07
Del Oso	317	40	7.9	12.40	N35W	580	310	0.098	26.10	105.26
Australia-La Palma	5,854	138	42.3	112.05	N60W	1,100	810	4.742	26.03	102.02
Gamón	434	37	11.7	10.05	N-S	500	270	0.117	24.36	104.14
Jimulco	515	40	12.8	31.20	N50W	1,680	780	0.402	25.10	103.17
Parras	1,672	100	16.7	53.40	N70W	1,300	520	2.174	25.20	102.00

TABLA NÚM. 3

INDICES HIDROGRAFICOS

	Area Km. ²	Dist. entre extrem.	Desarrollo Km.	Rumbo medio recta	Desnivel Km.	Catagórico	Específico	Erosivo	Recorrido	Drenaje
BAJA CALIFORNIA										
Tijuana	4,925	17.0	122.0	N69W	1.500	0.739	1.83	12.29	1.04	40.36
Guadalupe	2,273	97.9	117.0	N80W	1.500	0.341	1.75	12.82	1.20	19.42
Ensenada	334	20.4	22.4	S58W	0.225	0.007	0.05	10.40	1.09	14.91
San Carlos	1,840	76.5	78.6	N89W	1.500	0.276	1.18	19.08	1.02	23.40
Santo Tomás	595	56.1	61.2	E-W	0.900	0.053	0.55	14.70	1.09	9.71
San Vicente	1,723	69.4	71.4	S57W	1.000	0.172	0.71	14.00	1.03	24.13
San Rafael	1,621	79.6	87.7	S73W	1.000	0.162	0.88	11.40	1.10	18.48
Colnett	920	61.2	62.2	S80W	1.200	0.110	0.75	19.29	1.02	14.79
San Telmo	1,424	72.4	84.7	S80W	2.100	0.299	1.78	24.79	1.17	16.81
Santo Domingo	1,541	62.2	66.3	N83W	1.500	0.231	0.99	22.62	1.06	23.24
Rosarito	1,916	66.3	81.6	S82W	1.500	0.287	1.22	18.38	1.23	23.47
Rosario	1,588	51.0	61.2	S65W	0.900	0.143	0.55	14.70	1.20	25.94
San Fernando	1,999	71.4	91.8	S70W	0.750	0.150	0.69	8.16	1.28	21.77
Santa Catarina	762	42.8	43.9	S45W	0.225	0.017	0.10	5.12	1.02	17.35
San Andrés	2,278	63.3	76.5	S62W	0.150	0.034	0.12	1.96	1.20	29.77
San Gregorio	1,172	64.3	65.3	S16W	0.750	0.088	0.49	11.48	1.02	17.95
Santa Cruz	4,020	71.4	81.6	S85W	0.450	0.181	0.37	5.51	1.14	49.26
Coledad	3,377	112.2	122.4	S89W	0.456	0.152	0.55	3.67	1.09	27.58
Algodón	1,969	96.9	99.0	S45W	0.450	0.089	0.44	4.54	1.02	19.88
SONORA										
Sonoyta	11,258	175.0	250	S83W	0.81	0.91	2.00	3.24	1.42	45.03
La Concepción	26,800	230.0	350	S76W	1.20	3.20	4.20	3.42	1.52	76.57
Coyote	3,748	105.0	118	S40W	0.83	0.30	1.00	7.03	1.12	31.80
Scco	2,958	85.0	115	S35W	0.99	0.29	1.14	8.60	1.35	25.70
Altar	2,837	112.0	120	S38W	1.20	0.34	1.44	10.00	1.07	25.70
Pedradas	2,116	82.0	115	S55W	1.25	0.26	1.44	10.86	1.40	18.40
Vado	2,342	90.0	120	N45W	0.81	0.19	1.00	6.75	1.33	19.50
Magdalena	5,383	130.0	150	S14W	1.50	0.80	2.25	10.00	1.15	41.40
Sonora	22,500	315.0	375	S35W	1.5	3.37	5.6	4.0	1.19	60.0

TABLA NÚM. 3 (Continuación)

índices hidrográficas.

49

	Area Km. ²	Dist. entre extrem.	Desarrollo Km.	Rumbo medio recta	Desnivel Km.	Catagórico	Específico	Erosivo	Recorrido	Drenaje
Zanjón	4,052	125.0	145	N-S	0.6	0.24	0.9	4.1	1.16	27.9
San Miguel	3,968	160.0	180	S 5W	0.6	0.24	1.1	3.3	1.12	22.1
Bacamuchi	1,780	80.0	85	S20E	0.6	0.11	0.5	7.0	1.06	20.9
Yaqui	72,600	340	810	S85W	3.0	21.80	24.3	3.7	2.38	89.6
Moctezuma	7,692	260	300	N-S	1.2	0.92	3.6	4.0	1.15	26.5
Babispe	21,739	80	380	S-85W	1.8	3.91	6.8	4.7	4.75	57.2
PROVINCIA DE CASAS GRANDES										
Casas Grandes	18,534	235	300	S-N	0.6	1.11	1.8	2.00	1.33	61.7
Santa María	11,765	290	350	S-N	0.9	1.05	3.2	2.6	1.21	33.6
Río del Carmen	20,136	200	220	N20E	0.3	0.60	0.7	1.4	1.10	91.5
CUENCA DEL CONCHOS										
Conchos	76,211	360	640	N60E	1.47	11.19	9.4	2.3	1.78	119.1
Conchos-Colina	19,562	248	315	S76E	0.99	1.95	3.1	3.1	1.27	62.1
San Pedro	11,262	142	195	N70E	0.96	1.08	1.9	4.9	1.37	57.7
Satevo	3,723	86	95	S60E	0.92	0.34	0.9	9.7	1.10	39.2
Nonoava	2,417	78	100	S-N	0.95	0.23	1.0	9.5	1.28	24.2
Balleza	7,777	132	145	S-N	1.67	1.30	2.4	11.5	1.10	53.6
Florido	8,575	182	200	N 5E	0.90	0.77	1.8	4.5	1.10	42.8
Parral	2,642	127	140	N40E	1.48	0.39	2.1	10.6	1.10	18.9
Chuiscar	5,526	85	115	N85E	0.76	0.42	0.9	6.6	1.35	42.0
Guadalupe	1,070	45	50	S40E	0.34	0.003	0.02	6.8	1.10	21.4
PROVINCIA DEL BOLSON DE MAPIMI										
Arcoyo Las Cruces		127	160	N40E	1.000		1.6	6.3	1.26	

TABLA NÚM. 3 (Continuación)

	Area Km. ²	Dist. entre extrem.	Desarrollo Km.	Rumbo medio recta	Desnivel Km.	Catagórico	Específico	Erosivo	Recorrido	Drenaje
CUENCA DE MAYRAN										
Río Nazas	41,177	300	530	S78E	1.36	5.6	7.2	2.55	1.76	77.6
Tepchuanes	2,377	104	135	S60E	1.00	0.2	1.3	7.40	1.29	17.6
Santiago	4,060	138	150	N14W	1.00	0.4	1.5	6.67	1.09	27.1
Guanacaví	3,559	65	80	N19E	0.50	0.2	0.4	6.25	1.23	44.5
Del Oro	5,552	120	130	S36E	1.00	0.5	1.3	8.34	1.08	42.7
San Juan	2,246	65	70	S-N	0.80	0.18	0.6	11.42	1.08	32.1
Aguanaval	19,051	317	450	N10E	1.66	3.18	7.4	3.68	1.42	42.4
Parras	2,231	66	71	N55W	1.20	0.27	0.8	16.90	1.07	31.4

CAPITULO II

GEOLOGIA

BAJA CALIFORNIA

Uno de los trabajos más completos sobre la geología de la Baja California, es el de Beal (2) quien, además de excursionar, tuvo en cuenta los estudios de varios autores que le precedieron. Se debieran transcribir las páginas 33 a 120 de ese interesante estudio; pero, como eso equivaldría a reproducir su texto, se extracta, con la adición, en algunos casos, de nuevos datos, que se obtuvieron de un trabajo inédito del Ing. Fernando Mina, de Petróleos Mexicanos.

De una manera general, las rocas están agrupadas en las siguientes formaciones: Fig. 2-1.

1—Esquistos, gneises, cuarcitas y rocas metamórficas asociadas con granitos, granodioritas, dioritas y monzonitas, cortadas por diques peridotíticos, gábricos, pegmatíticos y de serpentina. Estas rocas afloran en el 57.6% de la superficie de la sierra Peninsular y en el 43.6% de la superficie total de Baja California. En la sierra Victoria, ocupan el 97% del área.

2—Areniscas, lutitas y calizas del Cretácico, que ocupan el 6.1% de la superficie de la sierra Peninsular. Sus echados varían de 20° a 70° al E y su rumbo es paralelo al de la sierra. La potencia máxima de la formación, es de 8000 m.

3—Andesitas, riolitas y basaltos, asociados con sus correspondientes rocas piroclásticas, muy extendidas en la parte central de la sierra Peninsular, de la que ocupan el 42.4% superficial.

4—Rocas sedimentarias continentales y marinas, del Terciario y Cuaternario, consistentes en arenas, lutitas, margas, areniscas, conglomerados y arcillas. Se extienden, principalmente, en la planicie

costera del Pacífico, ocupando el 25.2% del área de la península, incluyendo las provincias del Vizcaíno y Magdalena-Irai y en la vertiente del Golfo, en el delta del río Colorado, o sea, la región de Mexicali.

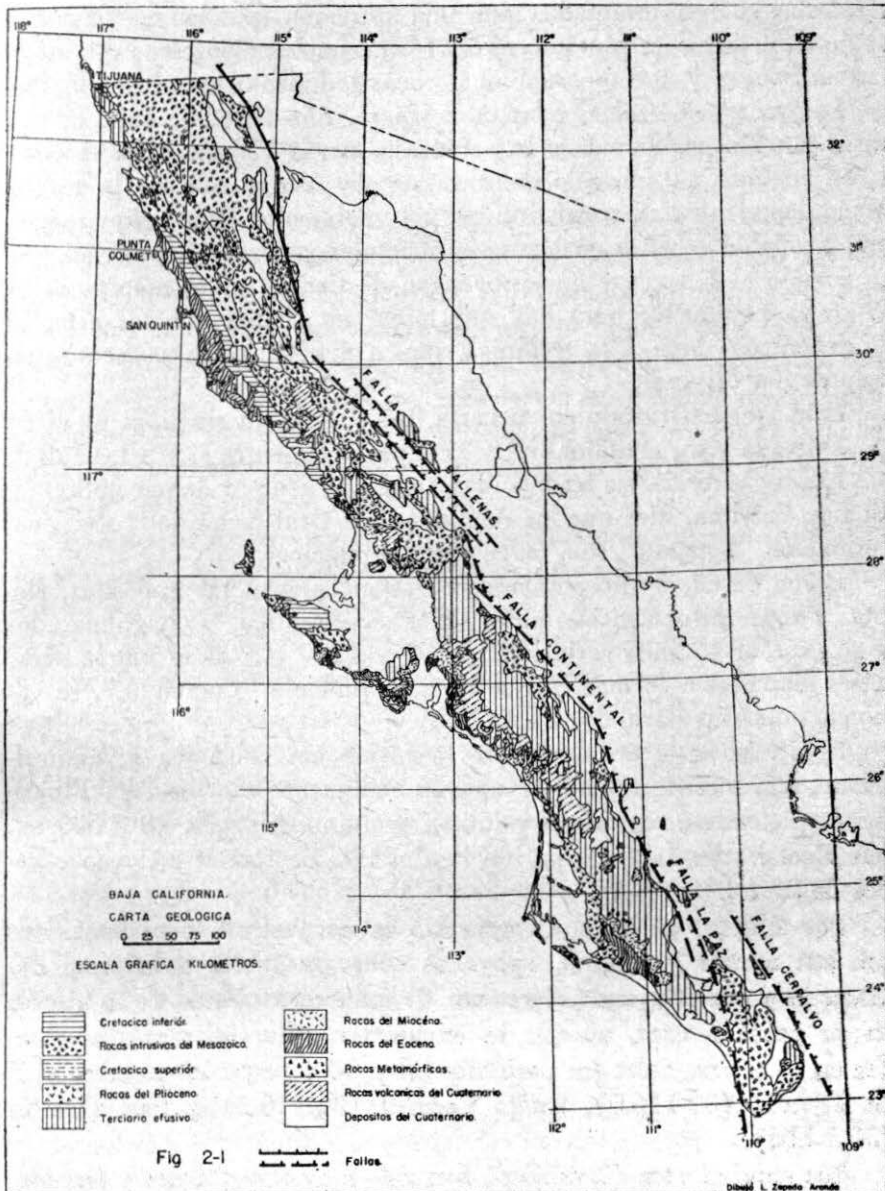
La primera cuestión importante, es saber como están distribuidas las fallas y cuál es su influencia en la geología y también en la topografía actual. Las fallas bien identificadas en Alta California, se prolongan hacia el S, guardando cierto paralelismo. En relación con este afallamiento se encuentra: la fosa del Pacífico y la del Golfo de California, así como el macizo de la sierra Peninsular, que resultaría como un "horst" o pilar, interrumpido por una fosa transversal. Sonora correspondería a otro "horst" actual, por más que en cierta edad geológica, tanto el bloque hundido del Pacífico, como el del Golfo, hayan podido ocupar una posición bien elevada, mientras que los bloques que corresponden a los horst actuales, hayan tenido niveles inferiores, que permitieron el depósito de sedimentos marinos, pelágicos.

En seguida, se debe investigar si las rocas plutónicas forman parte de un solo y grande batolito, que haya comprendido tanto las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, al N, como la Victoria al S y la región granítica de Sonora, en todo semejante a ésta. Se nota que la separación del macizo granítico del norte, respecto al del sur, de unos 500 Kms., presenta una posible falla, que se ha denominado de La Paz, que limita la sierra Victoria por el NW.

Bien pudiera deberse la discontinuidad del macizo granítico a una fosa tectónica, que fue posteriormente el asiento de la importante formación marina del Jurásico y del Cretácico y, posteriormente, teatro de actividad volcánica, que originó el puente que actualmente liga a los macizos graníticos del N y del S, por más que nada excluye la posibilidad de que sean diferentes los batolitos del norte y sur de la península, así como que difieran con los de Sonora.

Se admite que existen granitos de diversa edad, que representan varias intrusiones y que es posible que haya rocas plutónicas superpuestas.

En Baja California se han encontrado ciertos granitos relacionados con rocas de edad Cretácica y se les ha considerado como postcretácicos; en Sonora en cambio, se puede admitir que, en general, los granitos son más antiguos.



En todo caso, debe pensarse que si las rocas marinas de la edad señalada, fueron levantadas por una intrusión, pueden encontrarse, abajo de estas rocas plutónicas, las formaciones paleozoicas que afloran en Sonora y que reposan sobre rocas sedimentarias precámbricas.

Las rocas mesozoicas ocupan, primero, una reducida faja litoral, en la porción occidental de la península, desde Tijuana (32.3-116.5) y, en seguida, el subsuelo del desierto del Vizcaíno y de la región Magdalena-Iraí. Están constituídas por sedimentos finos, cuyo origen más probable es el de macizos continentales sonorenses, por más que su echado al E sugiere que provengan de tierras, antes emergidas al W de la península; pero hay que tomar en cuenta que los echados se deben más bien a la tectónica, que a depósitos que conserven su disposición original.

Beal (4) ha trazado en su carta, los ejes de un sinclinal al W de la península y un anticlinal al E, casi paralelos entre sí y a las fallas.

Las rocas terciarias reconocidas, tienen un espesor de unos 3800 m. El Ing. F. Mina, dice que las señaladas por Beal como del Paleoceno, formación "Tepetate" son, en realidad, cretácicas.

Como de edad Mioceno superior se mencionan las andesitas, riolitas y rocas piroclásticas, intercaladas con areniscas y conglomerados y su espesor se hace variar entre 150 y 1200 m. Como puede verse en el mapa, esta formación que ha sido llamada "Comondú", se extiende entre los paralelos 24 y 28.

Sobre la parte occidental de la formación volcánica y, naturalmente, con inconformidad, se apoyan sedimentos marinos del Plioceno, consistentes en areniscas y lutitas, con un espesor de 10 a 600 m., que Beal ha llamado formación "Saladas". Los estratos tienen echados de 2° a 5° al S W.

Por último, ya en el Cuaternario se encuentran rocas basálticas con sus arenas y cenizas, apoyadas sobre las rocas volcánicas del Mioceno y constituyendo el remate de numerosas mesetas de la sierra, en su parte central, aunque se encuentran afloramientos diseminados en la sierra, entre los paralelos 28 y 30 y pequeños parches al S de Tijuana (32-116.5), Punta Colmett (31-116.2) y San Quintín (30.3-116).

Los movimientos diastróficos han sido muy importantes y frecuentes en Baja California y tienen como testigos cuaternarios, numerosas terrazas que se encuentran escalonando la costa del Pacífico, con al-

turas, en sus cimas, casi horizontales o de corta inclinación, desde 30 hasta 600 m. sobre el nivel del mar. Por su contenido de conchas marinas, se supone que hasta en el Cuaternario, ocurrió una importante sumergencia.

Respecto a tectónica, hay que decir que las rocas precámbricas fueron intrusionadas por uno o varios batolitos; que posteriormente fueron erosionadas esas rocas, conforme progresaban los movimientos epirogénicos, hasta descubrir las rocas plutónicas. Esos levantamientos ocasionaron fallas, principalmente longitudinales, como las llamadas Continental, La Paz, Cerralvo y Ballenas, que limitaron bloques alargados y estrechos, que sufrieron diferentes impulsos, elevándose unos y hundiéndose o permaneciendo estacionados otros. Los bloques hundidos o no levantados, recibieron la sedimentación marina precámbrica y del Paleozoico al Mesozoico, cuyos miembros más antiguos se encuentran en Sonora y los superiores en Baja California y también en Sonora.

Posiblemente, durante el Terciario ocurrieron nuevas intrusiones de granitos y rocas asociadas, que afectaron a las formaciones mesozoicas y ocasionaron nuevos movimientos de los bloques, haciendo emerger parte de los sedimentos marinos, mientras que se formaba un relieve de pilares y fosas tectónicas, acentuándose el carácter rifeño de las costas de la península y las depresiones marinas.

Cuando sobrevino la actividad volcánica, con emisión de corrientes de lavas y materiales de proyección, aún basculeó el bloque peninsular, hundiéndose en su parte occidental, lo que permitió el depósito de la formación "Salada", sobre las rocas volcánicas. Vinieron después nuevas oscilaciones de los bloques, produciéndose el hundimiento del Cuaternario y el levantamiento reciente, que se acusa por el carácter de los cursos antecedentes de Sonora y por las terrazas, tanto de ese Estado, como de Baja California.

SONORA

Las rocas precámbricas ocupan la mayor extensión en la cuenca del río Magdalena Fig. 2-2, y consisten en granitos, granodioritas, monzonitas, sienitas, gneiss, esquistos sericíticos, cloritosos, micáceos y cuarcíferos.

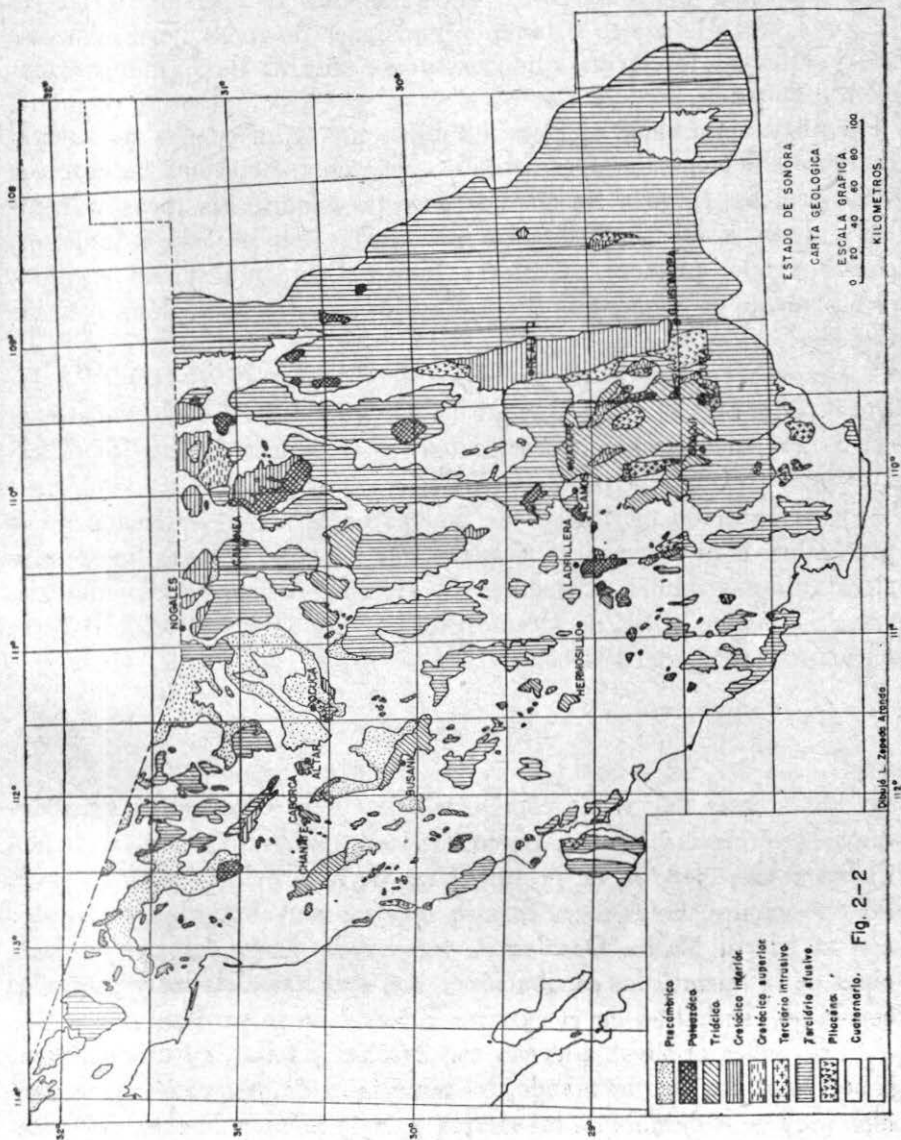
Vienen en seguida las rocas cámbricas, consistentes, principalmente, en calizas y cuarcitas, con un espesor, en total, de 1450 m. según A. R. V. Arellano (12) y después, otras rocas del Paleozoico y del Mesozoico.

Las localidades cámbricas de Arizona ($36^{\circ}05-114^{\circ}$) ($36^{\circ}05-112^{\circ}20$) ($36^{\circ}05-112^{\circ}$) ($36^{\circ}15-114^{\circ}50$); de Nevada ($36^{\circ}40-114^{\circ}02$) ($37^{\circ}00-114^{\circ}05$) ($37^{\circ}40-115^{\circ}00$) ($37^{\circ}55-114^{\circ}30$) ($39^{\circ}30-116^{\circ}$); de Nuevo México ($32^{\circ}30-107.20$) ($33^{\circ}10-107^{\circ}25$); de Texas ($31^{\circ}55-106^{\circ}40$) ($30^{\circ}15-98^{\circ}30$), ($31^{\circ}00-99^{\circ}30$) ($31^{\circ}00-105^{\circ}00$) ($29^{\circ}30-103^{\circ}50$) y ($30^{\circ}10-103^{\circ}10$), así como las de Chihuahua ($29^{\circ}00-105^{\circ}15$) y las de Sonora, permiten suponer con fundamento, que los mares paleozoicos se extendieron sobre la región ocupada por los Estados de Sonora, Chihuahua y parte de Coahuila. En efecto, en varias localidades de Sonora (12) se han identificado formaciones del Silúrico, Devónico, Carbonífero (Mississippiico y Pensylvánico) y Pérmico. Llama la atención que no se haya encontrado el Ordovícico; pero tal cosa parece una consecuencia de la carencia de estudios estratigráficos detallados, que cubran toda la región.

El Mesozoico está bien representado en las sierras del Chanate ($30^{\circ}45-112.10$), al E de Ocuca ($30-111^{\circ}16$) y al E del Busani ($31^{\circ}10-111^{\circ}35$) (13). Indudablemente que en la región existen importantes formaciones sedimentarias terciarias, en el relleno de los valles; pero éstas no han sido identificadas.

En la parte W del Estado, se destacan elevaciones graníticas, precámbricas, orientadas de NW a SE, casi paralelas a la costa y con distancias de ella, de unos 50 Km. Los sedimentos recientes cubren, en la planicie costera, a esta formación, que está dislocada por fallas, gracias a las cuales se formó la fosa tectónica que ocupa el Golfo de California. Se encuentran, también, sierritas y lomeríos, constituídos por rocas efusivas terciarias, que en diferentes tramos forman el litoral.

Al E de las elevaciones graníticas antes indicadas, se levantan otras más importantes, también precámbricas, casi paralelas y distantes de las primeras, de 100 a 140 Km. Entre estas eminencias se encuentra, probablemente, otra fosa tectónica, pues se han identificado fallas en las longitudes de 111° y $111^{\circ}30$. Esta fosa, llamada



cuenca Bacamuchi, fue el sitio de un depósito marino, de consideración, de rocas del Paleozoico, entre las que se encuentran las de Caborca; del Mesozoico y también emisiones de rocas ígneas intrusivas y efusivas terciarias, que constituyen sierras de bastante extensión y altura.

Continuando hacia el E, se establece una gran cuenca sedimentaria, probablemente un geosinclinal, que recibió depósitos paleozoicos y mesozoicos. Junto a las sienitas de estas edades, las rocas volcánicas cubren a las sedimentarias por varias decenas de kilómetros, constituyendo, primero, la Sierra Madre Occidental y, en seguida, el basamento de numerosas cuencas endorreicas de la región de Casas Grandes.

Las rocas triásicas de la región de Matape (29.1-109.5) a La Dura (28.2-109.3) y de Suaqui (28.4, 28.1-109.3, 109.2) pertenecen a la cuenca Bacamuchi, así como las cretácicas de Realito (29.2-109.2) a Guisomopa (28.3-109.0).

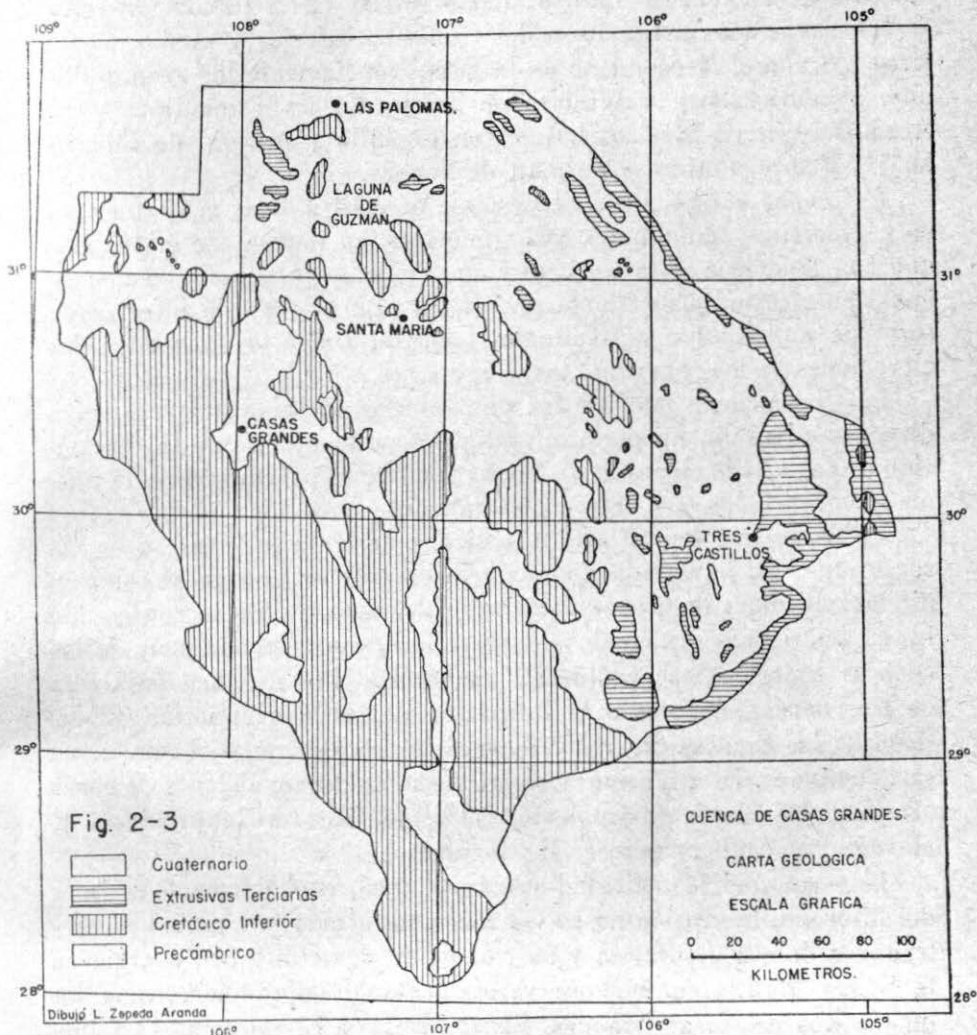
En la porción meridional de Sonora no se han identificado rocas precámbricas ni paleozoicas, seguramente porque las rocas ígneas efusivas cubren grandes extensiones de terreno, formando elevadas sierras. Solamente el SE de Hermosillo, por Ladrillera (28.5-110.3) se encuentran rocas del Paleozoico.

CASAS GRANDES

Las sierras del W de esta provincia, están compuestas de rocas efusivas terciarias, principalmente andesitas y riolitas, constituyendo, dichas rocas, el 33% de la superficie de la provincia y el 85% de las elevaciones. Estas rocas forman macizos muy importantes, ligados con la Sierra Madre Occidental, integrando parte del cuerpo principal de la misma; las estribaciones, son sierritas aisladas y pequeños cerros que se hallan en el extremo oriental de la provincia. Fig 2-3.

Corrientes efusivas alternan con brechas y tobas, en una superposición múltiple, representando, los materiales de proyección, una porción muy considerable de las sierras y, muy principalmente, del relleno de las cuencas, cuyos fondos ocupan.

En la parte oriental de la región, las elevaciones son casi exclusivamente calizas, distribuidas en sierritas alargadas de poca impor-



tancia, que ocupan el 6.15% del área total y sólo el 15% de las elevaciones.

En dos sierritas se han identificado rocas del Jurásico, concordantes con el Cretácico inferior (31.0-106.3) (31.2-106.3). El resto de las elevaciones calizas, son del Cretácico inferior y medio, según King (5) con el Neocomiano en la base, o incluyendo los grupos Trinity, Fredericksburg y Washita de Texas, los de Tamaulipas y El Abra, del este de México; Las Vigas, Cuchillo y Aurora, de Chihuahua; y Bisbee, Potrero y Palmar, de Sonora.

Las capas calizas tienen espesores de 0.10 a 0.60 m. y forman, en las sierritas, anticlinales casi simétricos, en muchas de ellas, aunque con tendencia a la estructura navicular o periclinal, de que se habló en el estudio de Monterrey, N. L. (14). Se puede inferir una serie de anticlinales y sinclinales, constituyendo, los primeros, las elevaciones y, los segundos, las depresiones.

Las formaciones marinas fueron cubiertas por las volcánicas, cuya disposición revela, en parte, el relieve sepultado, ya que la orientación de las estribaciones de la Sierra Madre, es prácticamente la misma que tienen los ejes de los plegamientos.

Es de creerse que el relieve calizo, anterior a la invasión de las rocas efusivas, haya sido predominantemente kárstico y que al sobrevenir las emisiones de arenas y cenizas volcánicas, se hayan conservado las características principales de ese relieve, con la persistencia de las cuencas hidrográficas endorreicas mayores y la modificación ligera de las cuencas menores o la formación de otras secundarias. El relleno de las cuencas dio lugar a planicies muy extensas, actualmente casi continuas. Es así, como a pesar de las grandes emisiones de rocas efusivas, las planicies ocupan el 60% del área de la provincia y, además, sean tan numerosas las lagunas.

Una vez que la actividad volcánica cesó, probablemente a fines del Mioceno, la erosión no se vio más contrariada por procesos constructivos de esa naturaleza y su trabajo se desarrolló con energía en la Sierra Madre, formándose valles de tanta importancia como los de los ríos de Casas Grandes, Santa María y El Carmen. El clima reinante después de las glaciaciones, produjo "Bolsones" y acentuó la fisonomía desértica que hoy caracteriza la provincia.

Sobre los depósitos piroclásticos, que descansan en las calizas y las rocas ígneas, se sobreponen rocas sedimentarias, probablemente

del Pleistoceno al Reciente, correspondientes a conos de deyección y abanicos aluviales, así como algunas tilitas, loes y arenas eolianas de dunas fijas y movedizas. Los depósitos de "playas" y lagunas saladas, son particularmente importantes en las cuencas de Casas Grandes, Laguna de Guzmán, que es la más grande de la provincia, Santa María, Las Palomas y Tres Castillos.

CONCHOS

En la región se encuentran, entre las rocas sedimentarias marinas, conglomerados, lutitas, calizas y areniscas; entre las sedimentarias continentales, arcillas, arenas, gravas, conglomerados de gravas y gujarros y brechas; entre las ígneas, andesita, riolita y granito y entre las metamórficas, filitas, esquistos y cuarcitas.

Se distinguen tres grandes unidades divididas en varias partes importantes: la marina, del Pérmico al Cretácico; ígneas intrusiva y extrusiva del Terciario; y sedimentaria continental del Terciario, Cuaternario y Reciente.

Las formaciones marinas constan de pliegues anticlinales, naviculares, que constituyen las lomas y sierritas aisladas, continuación del sistema vigoroso de sierras aisladas, de Monterrey, N. L., Monclova y Múzquiz a Sierra Mojada, Coah. y, en general, del sistema de pequeñas sierritas y lomas aisladas, orientadas con su eje mayor de NW a SE, que surcan la altiplanicie, desde Torreón, por Camargo y Chihuahua, hasta Ciudad Juárez.

La Sierra Madre Oriental, constituye una unidad ininterrumpida, desde Pachuca, Hgo., hasta Monterrey, pero al N de este último lugar se encuentran sierras aisladas, de diversa importancia, diseminadas en la altiplanicie, desde la costa del Golfo de México, hasta el pie oriental de la Sierra Madre Occidental, entre los meridianos 103 y 106.

Las estructuras naviformes se deben a empujes aparentemente de N a S y al mismo tiempo de E a W.

Las formaciones del Pérmico al Cretácico Fig. 2-4, son concordantes y están afectadas por fallas, siendo frecuente encontrar cobijaduras.

Las estructuras de las rocas ígneas, están determinadas por corrientes andesíticas de diversa potencia, de 50 a 300 m. que se encuentran en la Sierra Madre Occidental, con inclinaciones de 20° a

40° al NE, separadas por cuerpos de brechas andesíticas, con potencias de 100 a 1500 m., con estructuras idénticas a las encontradas en el túnel del Lerma (15). Las riolitas se presentan en corrientes generalmente delgadas y con poca inclinación, que se extendieron en gran parte de la planicie y que destruidas por la erosión, forman ahora pequeñas lomas aisladas.

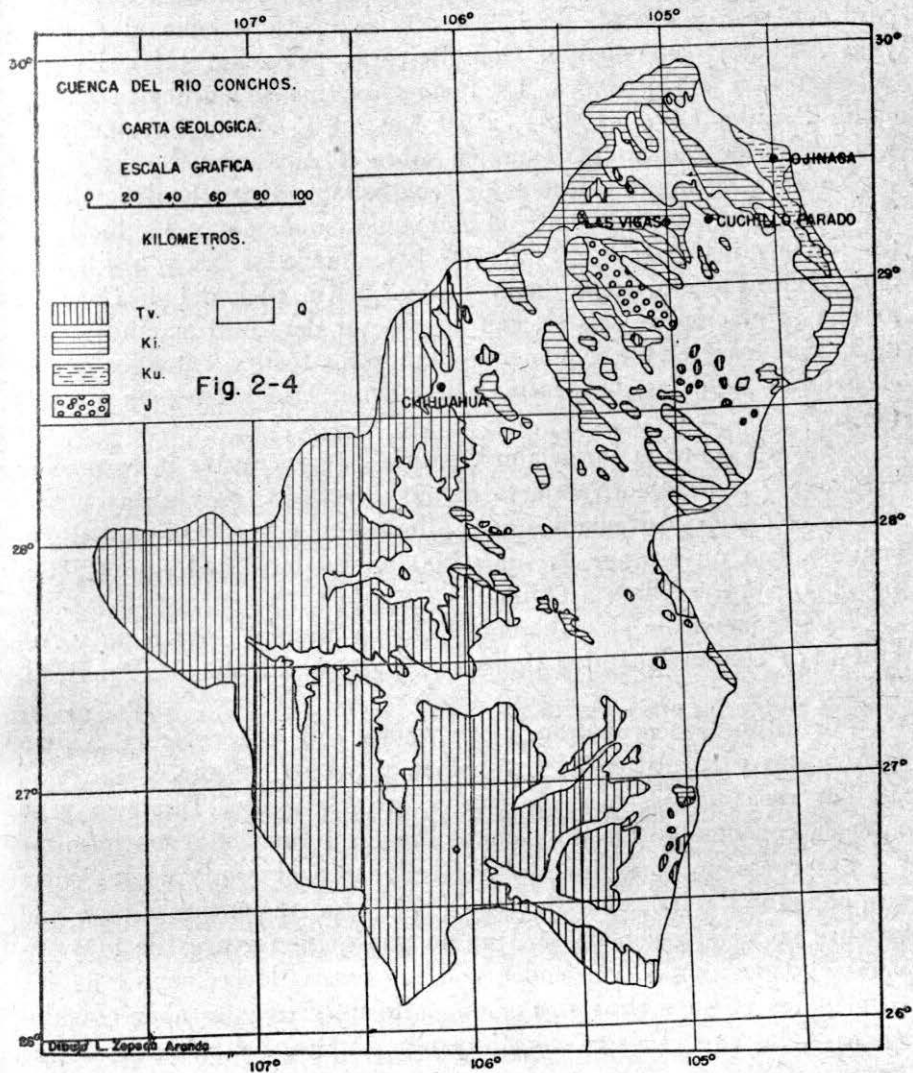
Existen, también, cuerpos intrusivos graníticos, probablemente relacionados con lacolitos; pero sólo en una área limitada, cerca de Placer de Guadalupe (16).

La formación inferior en la región, está constituida por los basamentos lacolíticos de granito, de edad no bien definida; pero que se puede considerar como pre-cretácicos. Les siguen las filitas, areniscas metamórficas y cuarcitas, calizas metamórficas y mármoles, que King y Adnins (17), llamaron formación "Plomosas", con más de 2500 m. de espesor. Burckhardt (18), asigna al Oxfordiano esta formación; pero los autores antes referidos, se inclinan a considerarla como del Pérmico o del Carbonífero (Pennsylvaniano), aunque declaran que la edad no es aún conocida con certeza.

De cualquier manera, esta formación acusa un mar regresivo, oscilante, que permitió el depósito de calizas con *Nerineas* y *Millericrinus* (19), así como crinoides, pasando por una corta transgresión con arcillas, a nuevas calizas y, posteriormente, en regresión, a arcillas y arenas muy finas, que después habrían de convertirse en cuarcitas.

Sobre esta formación se encuentra, en secuencia normal, una serie de lutitas (shale) con escasas capas de areniscas y calizas, que contienen, en la parte inferior, *Waagenia* y en la superior, *Subplanites Vigatosphintes* y *Kosamatia* (17), que se hacen pertenecer al Jurásico superior, al Kimmeridgiano y Portlandiano y se ha llamado por Imlay (20): "Formación La Casita", señalando como localidad tipo, al cañón de ese nombre (25.13-101.27) del Municipio del General Cepeda, Coah., situado a 16 Km. al S de la ciudad referida. El espesor de esta formación sobrepasa 600 m.

Viene en seguida, concordantemente, la formación llamada "Las Vigas" (17) que pertenece al Cretácico inferior, Neocomiano, cuya localidad tipo está situada a los 29°18' de latitud N y 104°57' W de Greenwich, sobre el río Conchos, a 25 Km. al SE de Coyame y que consta, principalmente, de lutitas y areniscas. No se han encontrado en ella fósiles dentro de la cuenca y se le coloca en esta edad



por su posición entre las formaciones inferior y superior, bien identificadas. Su potencia es superior a 1300 m.

A continuación sigue la formación "Cuchillo", también de lutitas, pero con yeso y espesor de 180 a 600 m., perteneciente al Aptiano y al Albiano, conteniendo Douvilleiceras, Trigonía taffi, Exogira quitmanerisis y Dufruneya. La formación tipo se encuentra en Cuchillo Parado, (29.25-104.5), a 19 Km. al E SE de Coyame y 20 Km. al NE de Las Vigas, También sobre el río Conchos.

Cubre a la anterior formación, concordantemente, la denominada "Aurora" (17) perteneciente al Albiano-Cenomaniano. La localidad tipo es la mina Aurora, (29.26-104.49) situada al NE y a 4.8 Km. de Cuchillo Parado, a una distancia de 2.4 Km. al E del río Conchos. Es una formación de calizas, con un espesor de 1,500 m., indicadora de un mar trasgresivo, conteniendo numerosos fósiles, entre los que se encuentran Rudistas, Orbiculina, Requienia, Exogira texana y otros (17).

Apoiada sobre la formación "Aurora", se encuentra la formación "Ojinaga", representativa de la última regresión, con lutitas y areniscas, conteniendo Romaniceras, Callopoceras e Inoceramus, del Turoniano, con un espesor de unos 900 m. La localidad tipo (29.35-104.25) está inmediata a Ojinaga.

La formación ha sido llamada "Chispa Summit" por King y Adkins (17) con su localidad tipo en la parte occidental de Big Bend, Texas.

Por último se encuentran, concordantes con la formación "Ojinaga", lutitas y areniscas del Coniaciano y Maestrichsiano.

Las rocas ígneas efusivas son de principios del Terciario y se apoyan, con notable discordancia, sobre las formaciones marinas.

Las rocas no consolidadas, que rellenaron el fondo de las cuencas, han sido llamadas por Burrows (17) "Gravas Conchos"; pero este nombre no tiene razón de ser, puesto que existen gravas de muy diversas edades: unas conectadas con los conos deyeccionales de los principales cursos; otras formando parte de diferentes abanicos aluviales y, las superficiales, constituyendo aluviones y cubiertas de las terrazas fluviales.

Los rellenos de los valles no están constituídos, como es natural, solamente por gravas; sino que se encuentran capas de arenas, arcillas y limos de diverso espesor y edad, siendo muy probables que gran

parte del Terciario esté bien representado, cuando menos a partir del Plioceno. También existen depósitos del Cuaternario y Reciente, consistentes en tobas detríticas, aluviones y suelos vegetales, que tapizan la planicie.

La estratigrafía de la cuenca revela que desde fines del Paleozoico hasta el Cretácico, la región estuvo cubierta por mares someros de fondos oscilantes, cuyos depósitos acusan varias transgresiones y regresiones.

Probablemente a principios del Terciario, sobrevinieron los movimientos orogénicos de la llamada "Revolución Alpina", con empujes principales de NE a SW, directos o resultantes de esfuerzos E-W y N-S que, al encontrar un macizo continental ("foreland") o antepaís, moldearon una serie de anticlinales secundarios, casi paralelos y naviformes. El antepaís se extendía más hacia el E a lo largo del paralelo 25° y es así como se formó la comba de Monterrey.

Acompañado o siguiendo el levantamiento de los fondos marinos, ocurrieron los importantes derrames ígneos que habían de constituir la Sierra Madre Occidental, ocupando, probablemente, el fondo de un geosinclinal, con su eje mayor orientado de NW a SE.

La duración de las extravasaciones e intrusiones seguramente fue muy larga, extendiéndose hasta el Plioceno, habiendo sido dislocadas, en ese intervalo, tanto las formaciones marinas ya emergidas, como las ígneas y aun las sedimentarias continentales. Se formaron fallas importantes y aún cobijaduras, habiéndose reportado aquéllas, en los rellenos de los valles, de edad pliocénica.

Durante el Plioceno, continuaron los movimientos diastróficos, que originaron la formación de las terrazas que permitieron que los ríos consecuentes se establecieran en las formaciones ígneas de la sierra y en los considerables depósitos piroclásticos y de acarreos diversos que cubrían las formaciones marinas, formando una planicie casi ininterrumpida, desde el pie de la Sierra Madre, hasta más allá del río Bravo.

Al ser erosionados estos últimos depósitos, los ríos empezaron a hender las formaciones marinas, produciendo los pasos sorprendentes de hoy en día, que sugieren la conversión de los ríos en superimpuestos. Como ya se expuso, el río puede ser también antecedente.

A fines del Terciario, ocurrieron derrames de lavas riolíticas, cuya disposición indica que ya encontraron el drenaje actual. En el

Cuaternario, ocurrieron derrames basálticos, sobre todo en el área de Ojinaga.

Por condiciones mundiales que determinan la existencia de las zonas desérticas de los paralelos 30°N y 30°S , la región participa de un clima árido en toda su parte baja; pero la sierra, con sus alturas de más de 3000 m. sobre el nivel del mar, disfruta de mejor clima.

La aridez de la planicie ha ido modelando un relieve desértico, entre cuyos rasgos principales se encuentran los pedimentos y los bolsones o playas, con pequeños lagos temporales. Muchos arroyos no alcanzan a llevar sus aguas hasta el colector principal y van produciendo conos deyeccionales, cada vez más importantes.

Ya se trate de un río superimpuesto o un antecedente, los tributarios situados en la planicie, entre las sierritas, serían subsecuentes; pero el clima desértico actual, no permite la existencia de ríos de esta naturaleza, sino que da lugar a pequeños bolsones y playas. Como se ha visto, los afluentes principales del Conchos descienden de la Sierra Madre Occidental, constituida por andesita y, en ella, los cursos son consecuentes.

BOLSON DE MAPIMI

En esta provincia, las sierras calizas son menores y se encuentran más dispersas que en la provincia muy semejante, de Casas Grandes. Las extensas planicies son casi continuas y la división de las cuencas lacustres, prácticamente inapreciable. Las planicies ocupan el 68.4% del área de la cuenca, las elevaciones de rocas ígneas, concentradas en el vértice SW de la provincia, el 19.5%; en tanto que las sierritas cretácicas, diseminadas en toda la provincia, ocupan el 12.1%.

Las rocas más antiguas que se han encontrado aquí, son del Cretácico inferior y consisten en calizas en capas relativamente delgadas, afectadas por pliegues casi simétricos, naviculares, en relieve directo, ocupando los anticlinales las elevaciones y los sinclinales las depresiones.

En la carta tectónica de King (5) puede verse que el rumbo de las capas y ejes de los pliegues, es el mismo que el correspondiente a los pliegues que se encuentran en la provincia de Casas Grandes y la cuenca del Conchos. El antiguo continente que señaló Böse (19) prácticamente no tiene expresión topográfica en la zona que le corres-

ponde, ya que las formaciones cretácicas que lo cubren, no acusan ningún cambio de rumbo o disposición, respecto al que muestran en las zonas inmediatas.

En el Bolsón de Mapimí Fig. 2-5, domina completamente el sistema de pliegues de ejes con orientación NW-SE. Este importante sistema es común a una gran parte de Norte América. Keith (21) ha denominado la región afectada por este sistema, "Provincia Cordillerana o Rocallosa".

En el Bolsón los cinco alineamientos de sierritas que dividen las subcuencas, corresponden a otros tantos anticlinales del Sistema Cordillera.

En la parte SW de la provincia, se levanta la sierra andesítica de Cuchillas de la Zarca, forada por alternancias de corrientes efusivas y brechas andesíticas, mostrando la disposición de las rocas ígneas descritas en las provincias anteriores. En la cuenca de Palomas, se encuentran numerosos cerros constituídos por riolitas.

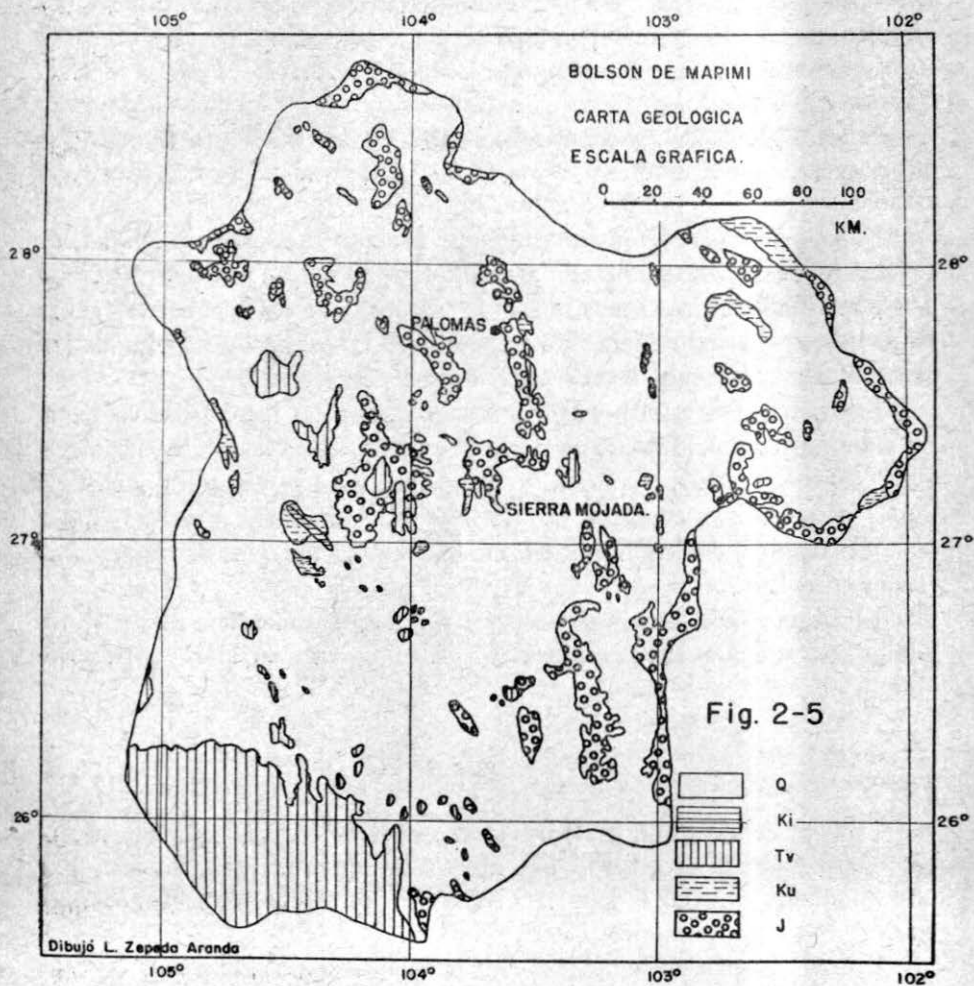
Las emisiones miocénicas de rocas ígneas, no transformaron sino en mínima parte la fisonomía de la provincia, fundamentalmente kárstica, sobreviviendo los poljes, y campiñas. Las gruesas cubiertas de rocas piroclásticas cerraron las dolinas y resumideros y dieron lugar a la formación de los bolsoñes, en los que se encuentran numerosas playas y salinas.

El clima desértico, con la ausencia de precipitaciones abundantes, dio origen a las cuencas endoreicas y areicas que constituyen la provincia.

CUENCA DE MAYRAN

En esta cuenca, son las formaciones volcánicas las más importantes, pues ocupan el 34.2% del área total de ella; las formaciones sedimentarias marinas ocupan el 24.4% de dicha superficie, quedando, para las planicies, el 41.4%.

Las rocas más antiguas, en esta cuenca, son del Jurásico, en San Pedro del Gallo y las sierras de Jimulco y Parras, compuestas de calizas, areniscas y lutitas. Fig. 2-6. El Cretácico está bien representado, habiéndose identificado desde el Oxfordiano, con el nombre de formación "La Gloria" en la sierra de Parras (20) y (22), hasta el Campaniano, con el nombre de "Difunta". Kellum, Imlay y Kane,



presentan un cuadro sinóptico de las formaciones geológicas en la región y otras inmediatas y relacionadas con ella (23). En extensión, el Jurásico, ocupa el 0.6% del área total de la cuenca y el 2.5% del área ocupada por las formaciones marinas; el Cretácico inferior ocupa el 20.6% del área total y el 84.5% de las formaciones marinas, mientras que al Cretácico superior, corresponden el 3% y el 12.3% respectivamente. Según Imlay (22 p. 1105) el Cretácico inferior y el medio, tienen un espesor de 1400 m. y están compuestos, principalmente, de calizas; el Cretácico superior, del Cenomaniano al Campaniano, tiene un espesor medio de 5,000 m. y está compuesto de areniscas con calizas apizarradas intercaladas y lutitas.

En la región de Parras descansa, con discordancia sobre las rocas del Cretácico, una formación de tobas calcáreas y travertino, en capas casi horizontales, con un espesor máximo de 60 m. La edad de esta formación no ha sido definida con precisión, siendo posible que sea pliocénica.

El volcanismo en la región es muy interesante, tanto por la importancia de las emisiones de andesitas, dacitas, riolitas y basaltos, en la parte S W de la cuenca, donde dominan por completo, ocupando el 34.2% del área de la cuenca, como por las diferentes edades de las rocas ígneas.

En regiones vecinas se han identificado corrientes de lava del Pérmico; (23 p. 987) (24) pero hasta donde se sabe, las rocas ígneas más antiguas de la región, son del Jurásico, habiéndose encontrado gruesos depósitos de lava, cerca de Villa Juárez, Dgo. (25) que alternan con arcillas y areniscas, derivadas de las mismas lavas. Su espesor total se ha estimado entre 150 y 300 m. (23 p. 989). A estas rocas ígneas siguen las intrusivas, de principios del Terciario, generalmente relacionadas con lacolitos, stocks, sills y diques. Estos fenómenos intrusivos, que se caracterizan en toda la sierra de las Montañas Rocallosas, con el nombre de "Intrusiones Laramide", afectan también a esta región, como lo hacen notar Kellum y colaboradores (23), quienes dicen que Keith (21 p. 352), señala los lugares donde ocurren intrusiones semejantes, relacionadas con la provincia orogénica.

La más importante intrusión, en la cuenca, es la de Dinamita Cerro Blanco, en la sierra del Sarnoso (25 p. 1083) donde aflora granito (25.4-103.4).

Las rocas efusivas del W de la cuenca, consisten en andesitas, alternando con brechas y tobas de esa naturaleza, constituyendo las elevaciones principales. Sobre estas rocas se apoyan corrientes de riolitas, que tienen su mayor expresión por Santiago Papasquiario y San Juan del Río. Las riolitas descansan, también, sobre las rocas marinas y algunos conglomerados calizos de la misma edad que los travertinos y tobas calcáreas de las cercanías de Parras. Posteriormente a las riolitas, aparecieron basaltos cuaternarios y recientes, que cubren los flancos de la sierrita de Santa Ana y forman la sierrita de Santiago, (24 p. 990) (26-103). En estos lugares, Kelly (26) encontró una corriente de basalto cubriendo tobas volcánicas y éstas, a su vez, descansando sobre conglomerados terciarios. En San Juan de Guadalupe, (24.3-102.4) Bösse observó riolita, apoyada en rocas del Turoniano y cubierta por basalto (27).

En cuanto a estructuras, continúan los pliegues periclinales y del Sistema Rocaloso. Kellum (25) habla de un anticlinal que forma la sierra de España (Hispania), en seguida, al E, una importante falla, el anticlinal de San Carlos y el de la sierra de Las Noas. En la parte N de la cuenca, se encuentran los pliegues del mismo sistema, en una zona relativamente reducida, en la sierra de Tlahualilo.

En las zonas al S de la laguna de Mayrán y E de la laguna de Viesca, las sierras de Parras y Jimulco, presentan plegamientos de orientación casi transversal al propio del Sistema Rocaloso. Tal circunstancia ha llamado poderosamente la atención a todos los geólogos que han visitado la región.

Los plegamientos transversales se extienden desde el S de Torreón hasta el S de Monterrey, entre los meridianos 100 y 103°30'. Tienen una amplitud bastante grande, en su parte occidental, pues abarcan desde el paralelo 23°30', al S de río Grande, Zac., donde Gálvez (28) observó calizas y pizarras con rumbos de N 70° a 85°E., hasta los 26°21' de latitud, al N de Parras. En su parte oriental se reduce mucho la amplitud de estos pliegues, pues cerca de Monterrey sólo llega a unos 20 Km.

Este importante sistema de plegamientos no puede ser explicado atendiendo solamente a la península de Bösse. Si se trata efectivamente de un geosinclinal, el antepaís está situado en Zacatecas, donde se han encontrado rocas paleozoicas, en Gruñidora (24.1-101.5) y triásicas en Zacatecas. En tal virtud, el empuje lateral vendría del

NE, actuando la masa continental de Bösse, como traspais. Se explicaría mejor, de esta manera, el término de esta situación, por Monterrey y su máximo efecto entre Torreón y Saltillo.

Debe tenerse presente que en las inmediaciones de Parras, los lomeríos paralelos, comprendidos entre Paila y Parras, son del Cretácico superior y pertenecen al sistema de pliegues transversales. En la parte NE de la cuenca, se encuentra el límite sur de la península de Bösse; pero la disposición de los pliegues revela complicaciones locales, debidas a intrusiones, aunque desde el meridiano 103, hacia el E, domina el sistema transversal o Parrense.

La historia geológica de la cuenca, puede trazarse desde el Paleozoico, relacionando las rocas de esta edad, de Sonora (28.5-110.3) con las de Zacatecas. Quizá pueda admitirse que el mar cubría esta región durante el Paleozoico, ya que está representado hasta el Pérmico, tanto en Zacatecas como en Coahuila (26.1-102.5). Sobrevino una emersión y probablemente se perfiló un macizo continental entre Sonora y Zacatecas y el macizo mayor del NE llamado por algunos autores (29-31) "Llanoria", del que la península de Bösse fue el límite meridional. En esta parte, la erosión trabajó con energía durante un tiempo lo suficientemente largo, para producir la peneplaneación.

Mientras la erosión arrasaba los bloques emergidos, en una fosa tectónica intermedia se depositaban sedimentos jurásicos y cretácicos.

Vinieron después los movimientos orogénicos más importantes, que dieron nacimiento a las sierras marinas de la cuenca, de los Sistemas Rocaloso y Parrense. Este último tiene su mayor expresión en la parte central de la cuenca, sitio del geosinclinal de Parras, del que ya se hizo mención.

A fines del Mioceno ocurrió la principal emisión de rocas ígneas que cubrieron la parte W y SW de la cuenca, contribuyendo sus rocas cineríticas al relleno de los valles y, con él, a la modificación del sistema hidrográfico, al formarse numerosas cuencas cerradas que poco a poco se fueron incorporando en las redes más importantes, hasta integrar las tres cuencas mayores, como son las del Nazas, el Aguanaval y el Parras, quedando otras pequeñas colmadas, con la consiguiente desaparición de sus lagunas, como en Tlahualilo.

La parte baja de la depresión mayor, fue ocupada por un lago, en cuyo seno se depositaron las rocas piroclásticas, conglomerados, aluviones y acarreos de los ríos y arroyos comarcanos, formándose, también, tobas calcáreas, calizas impuras y travertinos. Probablemen-

te estos depósitos son del Plioceno. Después, las aguas del lago encontraron salida hacia la cuenca del río Patos y conforme bajaba su nivel, los ríos pudieron llevar su carga de sedimentos hasta la parte central de la planicie. Movimientos diastróficos posteriores, elevaron el terreno en diversos lugares, como en Villa Juárez e interrumpieron el drenaje, formándose un lago residual, que abarcaba las depresiones que hace solamente unos cuantos años ocupaban las lagunas de Mayrán y de Viesca, actualmente secas.

VALLE SALADO

La formación dominante es la del Cretácico inferior, consistente en calizas, areniscas y lutitas, de los Sistemas Rocaloso y Parrense, de que antes se habló. Rocas de igual naturaleza constituyen las formaciones del Jurásico, concordantes con las del Cretácico.

La erosión fue lo suficientemente prolongada y enérgica, para producir importantes valles longitudinales, la remoción, en algunas sierras, de las rocas cretácicas y, por consiguiente, mayores afloramientos jurásicos que en las regiones anteriormente descritas. En el Sistema Parrense, es donde las rocas jurásicas tienen mayores afloramientos, como puede verse en la Fig. 2-7. En seguida, las de mayor consideración se encuentran en las sierras de Catorce, San Pedro-Noala y Cinco Palos. En la parte meridional son de mencionarse los de Moctezuma (22.3-101.1), Peñón Blanco (22.3-101°4), Ramos (22.4-101.5) y Pinos (22.4-101.3).

Las formaciones jurásicas fueron removidas en algunas porciones reducidas de la provincia, dejando al descubierto el Triásico de las sierras de Zacatecas (22.4-102.3) y Gruñidora (24.3-102.1) y aun formaciones del Paleozoico, en la misma sierra de Gruñidora y otras localidades. Aparentemente, la tesis del geosinclinal de Parras no es aceptable a la luz del conocimiento actual de la geología de las regiones del NE y centro de México, si se atiende a que la anomalía del plegamiento de las capas ocupa una zona relativamente pequeña, limitada por los paralelos 24 y 25:30 y los meridianos 100 y 104. En todo el contorno de esta área, el plegamiento es del Sistema Rocaloso, general en el país.

Si se tratara de un geosinclinal local, debía afectar, cuando menos, las formaciones del Jurásico y Cretácico y es el caso que estas

formaciones no muestran influencia alguna, en la propia zona de la península de Böse y menos aún en la Sierra Madre Oriental, al NW de Monterrey.

El funcionamiento de los pliegues de un geosinclinal requiere la presencia de un antepaís y un traspais. Estas condiciones no se satisfacen en la región, ya que el sistema de pliegues es el mismo en uno y otro lado del pretendido geosinclinal. El estudio de las formaciones y su tectónica, conduce a sostener la idea del geosinclinal continental, al que se refiere Schukert, (31) donde se depositaron las rocas mesozoicas y dentro del cual se produjeron los plegamientos que afectan a esas formaciones, en todo el país. En tal caso, el Sistema Parrense se debería a causas enteramente locales, entre las que podrían invocarse intrusiones batolíticas, cuyos apófisis estarían representadas en las sierras de Gruñidora, Mazapil y Concepción del Oro. Intrusiones tipo Laramide, característico del Sistema Rocaloso, acompañaron o siguieron a los batolitos, formándose "stocks" como los de Santiago (22.5-102.1) Peñón Blanco (22.3-101.4), Catorce (23.1-100.4) (32) y Guadalcazar (22.4-100.2).

Pudiera también admitirse la descomposición del esfuerzo NE-SW, que determinó el plegamiento Rocaloso en componentes locales, debido a un obstáculo o varios en la región, de tal manera que obteniendo más vigor el componente N-S y anularse el E-W, se produjo el plegamiento Parrense. En apoyo a esta tesis, es de mencionarse el plegamiento periclinal que afecta a una zona mucho más amplia que la francamente Parrense.

Desde luego, esta tesis explica que a distancias relativamente grandes al E del obstáculo, los plegamientos sean Rocalosos y que a medida que va creciendo la importancia del componente N S, se vayan produciendo, primero, pliegues naviculares, en seguida, dómicos, cuando ambos componentes son iguales y, por último, pliegues Parrenses. A distancias relativamente cercanas al W del obstáculo, es decir, después de él, los pliegues recobran su orientación NW-SE.

Las rocas más antiguas que se encuentran en la planicie, son probablemente del Paleozoico, forman el asiento de las formaciones mesozoicas y están constituidas por esquistos sericíticos, silicosos y cloritosos, que afloran en la base de la sierra de Zacatecas, cerca de Pánuco (22.5-102.3) en Saucedá (22.5-102.0), al E de la estación Peñón Blanco (22.3-101.4) y en la base de la sierra de Catorce (23.4-

100.5). Estas mismas rocas se han encontrado en el interior de las minas de Fresnillo, a profundidades comprendidas entre 300 y 400 m. (34).

Con notable discordancia, reposan sobre ellas las rocas del Triásico, consistentes, también, en esquistos ("vasia", de los antiguos 34) y con discordancia sobre las formaciones triásicas, las jurásicas y cretácicas.

Se carece de suficientes datos para reconstruir el relieve Paleozoico y, en cuanto al Mesozoico, es de creerse que en la región de las planicies continuas, estaba establecido un colector de mucha importancia, que drenaba la provincia por Ipiña (22.3-101.15), Ahualulco (22.2-101.1) e Iturbide (22.2-100.4) y pertenecía a la cuenca del río Verde, incorporándose por Armadillo (22.1-100.4) y Tolentino (22.1-100.3).

Como consecuencia de este drenaje al exterior, la erosión adquirió la suficiente energía para destruir, casi por completo, las formaciones cretácicas y jurásicas, descubriendo las triásicas y paleozoicas, en las porciones de los cuadrantes NW, NE y SW de la provincia.

En parte del cuadrante NE y en el SE, se desarrolló un drenaje cárstico y la erosión pudo descubrir las rocas del Jurásico, solamente en las elevaciones mayores. Como consecuencia de la naturaleza soluble de las calizas del Cretácico, se formaron dolinas, uvalas y poljes de mucha importancia.

Los principales estudios estratigráficos de la provincia, se deben a Burckhardt (18) y se refieren a las sierras del cuadrante NW, al N de Concepción del Oro, señalando formaciones jurásicas y cretácicas. El mismo autor se refiere a Catorce, Charcas (23.1-101), Pinos, Opal, (24.15-102.22), Camacho (24.25-102.22), Fresnillo (23.1-102.5) y Noria de los Angeles (22.2-101.5).

Durante el Cenozoico, tuvieron lugar fenómenos volcánicos, principalmente en el cuadrante SW, como puede apreciarse en la Fig. 2-7. Las rocas dominantes son las riolitas, que constituyen las extensas mesas del NE y SE de Pinos, las de Ipiña (22.3-101.15) a Iturbide (22.2-100.4), las del NW y SW, de San Luis Potosí (22.1-100.5) y las de Fresnillo a Zacatecas (22.4-102.3).

Las emisiones riolíticas ocurrieron a través de grietas que, en las minas de Fresnillo, Zacatecas y Pinos, se han identificado como fallas, algunas de las cuales se manifiestan en la superficie. La orien-

tación de estas fallas es de N 30° W, o sea, que pertenecen al Sistema Rocaloso, son normales y sus echados van al NW. Se encuentran, también, fallas con orientaciones W-E, siendo probable que el alineamiento del Papantón, en Ojocaliente (22.3-102.2) Peñón Blanco, las mesas Ipiña-Iturbide y Guadalcazar, correspondan a una falla de esta orientación.

Las lavas riolíticas eran semifluidas y por las particularidades de su composición y enfriamiento, dieron lugar a la formación de extensas mesas. La lava escurría por las laderas, con una superficie o cresta de menor pendiente que la del terreno, produciendo frentes escarpados y las corrientes sucesivas reducían progresivamente la pendiente hasta llegar a la horizontalidad de las mesas, con bordes abruptos, de cortes verticales.

La erosión ha cortado en numerosos lugares la cubierta riolítica, dando lugar a eminencias de menor extensión superficial, conocidas en la región con los nombres de "Chiquihuitillos", "Sombrerillos", "Cofres", "Bufas", "Papantones" y otras denominaciones.

Posteriormente a las emisiones riolíticas, sobrevinieron las basálticas, con mucho menor extensión e importancia, sin que se formaran conos cineríticos, ni ocurrieran grandes derrames de lavas, los basaltos se encuentran en las inmediaciones, al NE de El Estribo (23.04-101.30), Ramos (22.5-101.5) y W de El Tapado (22.4-101.2), entre Bocas (22.3-101) y Moctezuma (22.4-101.06), entre Arista (22.4-100.4) e Iturbide (Villa Hidalgo) (22.2-100.3), cerca de Laguna Seca (23.15-100.5) y entre Ciudad del Maíz (Magdaleno Cedillo) (22.2-99.4) y Guajolote (22.2-99.51).

A fines del Plioceno, se modificó radicalmente el drenaje de la provincia, pues las corrientes riolíticas obstruyeron el valle del río Verde, desde las inmediaciones de Espíritu Santo (22.3-101.27), hasta San Nicolás Tolentino (22.15-100.34).

Las rocas piroclásticas relacionadas con las riolitas, particularmente las tobas, se depositaron tanto en las laderas de las elevaciones, como en el fondo de las depresiones, ocasionando el relleno de estas y la transformación de los valles abiertos, de pendientes múltiples, en grandes planicies, más o menos ligadas.

El trabajo erosivo, en las montañas, tuvo, desde luego, su face constructiva inmediata, por la reducción de los desniveles entre los orígenes de los arroyos y sus puntos finales, por la elevación de los

niveles de base, y los arroyos dejaron su carga de sedimentos formando cursos anastomados (braided), mientras que en las sierritas circundantes se formaban conos y abanicos aluviales y en su pies, planicies o "piedmonts". El proceso constructivo de los arroyos fue acelerado por el depósito de rocas piroclásticas que, al acumularse en las depresiones, reducían aún más las pendientes, rellenando los valles secundarios, comprendidos entre los abanicos aluviales y en los "piedmonts".

Proviendo la gran mayoría de los acarrees, de rocas calizas, los sedimentos finos formaron materiales calcáreos, que cementan brechas calizas y forman tobas de naturaleza cercana a los travertinos, los que también se encuentran abundantemente en la provincia, particularmente en las cuencas cársticas.

La intervención de un clima árido se acusa por la formación de extensas playas y salinas, así como pedimentos, que aunque no tienen una extensión comparable a las de regiones áridas, se encuentran en gran parte de la provincia, en los cuadrantes NW y NE.

En las cuencas donde se ha señalado la presencia de basaltos, las arenas y cenizas de esta naturaleza contribuyeron al relleno de las depresiones, pudiéndose creer que algunas efusiones, como las de Guajolote, son contemporáneas, ya que reposan sobre los suelos que forman los últimos depósitos de la planicie.

CAPITULO III

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

CLIMA

Los datos fundamentales del clima, constan en la tabla No. 4. Con ellos se formó la carta basada en los índices de Lang, que han servido, como se dijo en la Introducción, para limitar las zonas desértica, árida, semiárida y subhúmeda. Fig. 1-1.

Se carece de un argumento más preciso que dicho índice y, al mismo tiempo, más práctico. La correspondencia del índice de Lang con el empleado por primera vez por C. W. Thornthwaite (35) es evidente, como puede verse en la tabla No. 5, en la que, además, se presentan los nuevos índices de dicho autor (36).

Como pudiera creerse que teniendo en el último método de Thornthwaite, un medio más apropiado para la distinción de los climas, debiera aplicarse, hay necesidad de presentar algunas consideraciones.

El último método del autor antes citado, es en extremo complicado, sin que los resultados obtenidos logren dar una idea del clima, mejor que la que se obtiene con su sistema anterior o con el de Koeppen.

Por otra parte, las provincias climatológicas, raras veces tienen, en la naturaleza, una separación tan definida como para trazar una línea limítrofe, pues las transiciones no son tan bruscas, sino graduales, casi inapreciables generalmente, salvo el caso de cumbres de sierras elevadas, con separaciones, en ambos lados, por espinazcos, farallones o crestas afiladas.

Las divisiones de clima deberían mostrar una faja o zona de transición, muy amplia en algunos casos, estrecha en otros y reducida a una línea en las menos.

En consecuencia, no debiera atenderse solamente a los índices o variaciones de temperatura y precipitación de un lugar a otro, sino a su significación zonal o marginal, además de la continental y hasta sus relaciones con los climas oceánicos. Sin embargo, la utilidad de los índices es indiscutible y el primer paso que debe darse, es calcularlos, haciendo una comparación de las clasificaciones que se basan en ellos y adoptando los de más fácil cálculo, con igualdad de resultados, ya que hay necesidad de efectuar muchas operaciones, por lo numeroso de las estaciones meteorológicas y los datos mensuales de muchos años, en cada una de ellas.

Tratándose de los índices de Thornthwaite, los primeros (35), tienen cierta relación con los últimos (36, p. 77) expresada según el referido autor, por la fórmula:

$$PE = 0.8 I + 48 \quad (1) \text{ en la que}$$

PE. Antiguo índice de Thornthwaite

I. Nuevo " " "

De esta fórmula se deduce:

$$I = \frac{PE - 48}{0.8} \quad (2)$$

y como se ha demostrado antes (37):

$$PE = \frac{P}{T} = L.$$

P. Precipitación media anual en milímetros

T. Temperatura media anual en grados C.

L. Índice de Lang.

Resulta finalmente:

$$I = \frac{L - 48}{0.8} \quad (3)$$

La sencillez de estas operaciones está en contraste con las requeridas por Thornthwaite, con el uso de ecuaciones con exponentes, que hubo necesidad de tabular por la extrema laboriosidad del cálculo y el empleo de monogramas para subsanar el uso de tablas, que formarían un texto completo.

Se ha formado la tabla No. 6 para comparar los resultados obtenidos al calcular el índice I por medio de la fórmula (2) y siguiendo paso a paso el camino detallado, propuesto por Thornthwaite, o sea por medio de las fórmulas 7 a 10 siguientes. Los resultados se corresponden en 8 casos y difieren en 6. Si en el cálculo de los índices de aridez, se considera siempre que en las deficiencias de la precipitación, hay que tomar el 60%, las discrepancias entre I' y I se hacen tolerables en todos los casos comprendidos en la tabla.

La tabla No. 7 muestra, por otra parte, las coincidencias de los diferentes índices para caracterizar los climas, cuando se atiende principalmente la precipitación.

Es oportuno hacer una breve exposición del último método del autor antes mencionado, para la clasificación del clima (36).

La base de dicho sistema, estriba en la determinación de la evapotranspiración, utilizando primero la fórmula:

$$e' = c t^a, \text{ (4) en la que:}$$

- e'. Evaporación mensual.
- c. Coeficiente variable con la localidad.
- a. Exponente.
- t. Temperatura media mensual en grados C.

Desde el punto de vista matemático, ésta es una fórmula muy general y que se ha empleado en muy diversas disciplinas. En hidráulica, una fórmula igual se aplica para calcular la pérdida de carga.

Toda la sencillez de la misma, en otras aplicaciones, se convierte en extremada complicación en ésta, pues solamente para obtener el exponente a, hay que calcular primero el índice calórico del mes, i, por la fórmula:

$$i = (t/5)^{1.514} \text{ (5).}$$

con t igual a la temperatura media. Después sumar las i de los meses del año, para obtener Y , calculando el exponente a , con:

$$a = 0.0000006751.Y^3 - 0.0000711.Y^2 + 0.49239 \dots (6)$$

La evapotranspiración mensual e' , se obtiene además con la fórmula:

$$e' = 1.6 \left(10 \frac{t}{Y}\right)^a \dots (7)$$

Thornthwaite, reconoce que esta fórmula para cada mes y por el sólo concepto de humedad, es de cálculo extremadamente laborioso y ha formado una tabla para obtener i conociendo la temperatura media y , después, un monograma entrando con i , y con t , para obtener e' . Después hay que corregir este valor por latitud con otra tabla de factores de corrección, según el mes y la latitud, para obtener e' , cuya suma para los doce meses del año, da E .

Para determinar el índice de humedad o el de aridez, se tienen las fórmulas:

$$I_h = \frac{100s}{E} \dots (8), I_a = \frac{100d}{E} \dots (9), I_m =$$

$$= \frac{100s - 60d}{E} \dots (10),$$

donde:

I_h = Índice de humedad.

I_a = Índice de aridez.

I_m = Índice de humedad total.

s = Excedente de la precipitación.

d = Deficiencia de la precipitación.

E = Evapotranspiración o agua necesaria, igual a $\sum e$.

Estas fórmulas, a su vez, adolecen de graves defectos; pues la deficiencia de precipitación no es simplemente el exceso de la evapotranspiración mensual sobre la lluvia, sino que a esta diferencia hay que sumarle el agua almacenada en el subsuelo, que se supone influye para atenuar la deficiencia, en la relación de 10 a 6 y se dice que aunque la transpiración prosigue, lo hace en cantidades cada vez menores, de manera que un excedente de sólo 6 pulgadas, contrarresta una deficiencia de 10 (p. 76) y que un índice de humedad total tiene mayor peso que el de aridez, teniendo este último un valor de 6/10 del correspondiente al primero. Esta relación es injustificada; pues aunque fuera el promedio de muchas observaciones, no puede aplicarse a los casos extremos de climas, condiciones topográficas y geológicas de las localidades.

La determinación de *s*, y *d*, resulta demasiado incierta, artificiosa y, además, tediosa en extremo; pues hay que hacer un balance partiendo de supuestos no fundados, como que la reserva de agua subterránea se cumple con una lámina de 100 mm. y que el escurrimiento resulta, una vez cubierta la reserva subterránea, igual al 50% del correspondiente al mes anterior, más la mitad de las excedencias.

Las consideraciones anteriores, demuestran que aunque el esfuerzo de Thornthwaite es muy loable, aún no ofrece distinciones mejores, para una clasificación climatológica, por más que su índice de evapotranspiración ha resultado muy útil para determinar el uso consuntivo del agua para regadío. Se ha adoptado el índice de Lang, que coincide bastante bien con el primitivo de Thornthwaite, usando las limitaciones trazadas en un estudio anterior (37) y se ha seguido, esencialmente, el criterio climatológico generalmente aceptado, como es el de Köppen, (38) pareciendo muy conveniente adicionar los símbolos de este autor, con el índice de Lang. Puede verse así, que el símbolo BW, se usa siempre que el referido coeficiente quede comprendido entre 0 y 15; el BS, entre 15 y 30, de manera que pudiera escribirse, como característica principal de un clima, el índice de Lang, substituyendo a las iniciales mayúsculas y, en seguida, las indicativas de la repartición de la lluvia y la temperatura. Sería lo mismo, entonces, escribir: BW h^x , que 3 h^x , y BSKW que 24 KW.

Habiendo comprobado la correspondencia de todas las clasificaciones de climas, se propone ahora un nuevo sistema, que reúne las principales características de los anteriores, con un cambio de sím-

bolos, de acuerdo con una progresión de climas, de menor a mayor precipitación y de mayor o menor temperatura y con iniciales, en cada caso, según el orden de las letras del alfabeto, para independizarlas de los idiomas; pues si se usa la w para el invierno, es la inicial de la palabra en alemán e inglés; pero no en francés, español y otros idiomas. Koeppen adopta, por otra parte, la A para climas lluviosos, la B para los secos y la C para los subhúmedos, cuando en orden progresivo, debió corresponder la B a los subhúmedos y la C a los secos, ya que el criterio geográfico no es el indicado.

Por lo que hace a la precipitación, se llama A, a los climas desérticos, con índices de Lang entre 0 y 5; B, a los climas áridos, con índices entre 5 y 15; C, a los semiáridos, entre 15 y 30; D, a los subhúmedos, entre 30 y 65; E, a los lluviosos, entre 65 y 130; F, muy lluviosos, a los superiores a 130; y G, los de precipitación en forma de nieve, con el índice indicativo de la cuantía de la misma.

Para señalar las estaciones en que ocurren las lluvias, se emplean letras minúsculas, en el orden alfabético, o sea, de la a, a la d, partiendo de la primavera al invierno. El número de meses que duran las lluvias, estará indicado por un índice que, en cada caso, acompañe a la letra correspondiente a la estación en la que empiecen las lluvias. Por ejemplo, lluvias que principian en el verano y duran 8 meses, se indicarán b_8 ; si duran 6 meses, se puede escribir bc , o bien b_6 . Si hubiere dos estaciones de lluvias, separadas por dos estaciones secas, se pueden emplear las iniciales de las estaciones en que principien las lluvias. En el supuesto que se trate de un clima con una primera estación de lluvias en primavera y la segunda en otoño, se escribirá $a-c$ y si fuere necesario, el número de meses que dura cada temporada de lluvias. Cuando éstas ocurren en todo el año, cada mes con 40 mm. o más, se designarán con la letra z. Si las lluvias son muy impetuosas y de corta duración, las letras serán primas, y biprimas si en alguna de las estaciones indicadas ocurren precipitaciones en forma de nieve, dignas de ser tomadas en consideración. L_n indicará neblinas.

Respecto a la temperatura, se distinguirán los climas siguientes, con Thornthwaite:

A Megatermal, Tropical de 28°C y más.

B Mesotermal 14 a 28°C .

C Mínothermal	8 a 14°C
P Taiga	4 a 8°C
E Tundra	0 a 4°C
F Helado	menos de 0°C.

La tabla No. 7, muestra la correspondencia en cuanto a precipitación de las distintas clasificaciones.

Para calificar las temperaturas, se usan las letras: z, para cuando las temperaturas medias, mensuales, sean casi las mismas, esto es, cuando el clima sea isothermal; y, para los casos en que las variaciones sean menores de 5°, entre los meses más calurosos y los menos calurosos; x, para las variaciones entre 5 y 10°, entre las temperaturas medias de esos mismos meses; y v para variaciones superiores a 10°.

Las características de un clima pueden ser, por ejemplo, las correspondientes a los siguientes símbolos:

Monterrey = Db'g — Bv : Yécora Eb₄ — Cv.

En los casos en que las mayúsculas o las minúsculas sean las mismas, tratándose de precipitación y temperatura, se subrayará para evitar su repetición.

TABLA NÚM. 4

DATOS METEOROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS
BAJA CALIFORNIA

	Latitud	Longitud	Alti- tud m.	Precipi- tación mm.	Tem. grados C	Indice Lang.	CLASIFICACION	
							Koepfen.	I. B. L.
Mexicali	32.39	115.30	1	75.9	22.3	3.4	BWh'x'	Az' -Bv
Tijuana	32.29	117.02	29	315.5	16.5	19.1	BSKsn	Cb -Bxn
Bellavista	32.01	116.37	292	348.7	16.9	20.7	Csan	Cb -Bvn
Ensenada	31.52	116.38	13	331.0	16.6	20.0	Csbn	Cb -Bxn
El Boleo	27.19	112.20	5	123.3	24.2	5.1	BWhx'w'	Aad -Bv
Mulejé	26.53	111.47	35	101.0	22.2	4.5	BWhx'w'	Aa -Bv
La Paz	24.10	110.21	18	173.0	24.5	7.1	BWh'x'w'	Bb'e'-v
Todos Santos	23.27	110.14	18	227.0	21.5	10.6	BWh'x'w'	Bb'e'-n
San José del Calvo	23.04	109.41	20	457.7	23.6	19.4	BSh'w'v	Cb' -Bv

SONORA

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Indice Lang.	Clasif. Koeppen.
San Luis	32.28	114.45	40	62.5	23.1	2.7	BWh'x'
Yuma, Ariz.	32.22	114.21		88.5	21.9	4.1	BW
Ajo, Ariz.	31.55	112.50		215.5	21.8	9.9	BW
Nogales	31.20	110.57	1120	422.9	17.3	24.8	BW
Naco	31.19	109.55	1404	352.3	17.1	20.6	Bckx'w
Cenanea	30.57	110.19	1489	617.1	14.8	42.6	C
Santa Teresa	30.53	110.48		334.2	21.6	15.4	BW
Atil.	30.51	111.36	368	364.1	20.3	17.9	BShw
Altar	30.43	111.45	397	258.1	22.1	11.6	BW
Bacahí	30.33	109.55	1200	442.8	18.3	24.1	BW
Santa Ana	30.33	111.07	687	348.4	21.9	15.9	BShx'w
La Angostura	30.28	109.13		383.6	21.1	18.1	BS
Bavispe	30.25	108.50		406.3	21.0	19.3	BS
Nacozeni	30.24	109.29		491.6	19.2	25.6	BS
El Tigre	30.20	109.46		736.9	17.4	33.8	BS
Pilares de Nacozeni	30.19	109.43	1409	578.5	18.0		BShw
San Javier	30.15	110.45		727.3	21.8	33.4	BShw
Opodcpe	29.56	110.39		445.5	22.5	20.2	BS
Moctezuma	29.48	109.40		389.3	22.2	17.5	BS
Bavicora	29.42	110.09		319.9	22.3	14.3	BW
Carbó	29.40	110.57	464	308.3	25.8	11.9	BWhw
Ures	29.25	110.23	432	535.1	22.4	24.3	BShw
Suaquí	29.11	109.44		486.6	23.9	20.4	BS
El Orégano	29.11	110.42		307.9	26.4	11.7	BW
El Aguila	29.09	109.39		487.8	25.2	19.3	BS
Hermosillo	29.04	110.58	237	437.7	25.4	17.2	BS
Sahuaripa	29.03	109.30		324.6	24.1	13.5	BW
Arivechi	29.49	109.11		524.6	22.2	23.6	BS
Mulatos	28.38	103.50		683.1	18.2	37.5	C
La Dura	28.24	109.35		551.8	24.8	22.3	BS
Yécora	28.20	108.57		1046.4	12.6	83.5	A
Nuri	28.03	109.19		619.9	24.2	25.6	BS
Técori	28.03	109.45		421.5	23.9	17.6	BS
Empalme	27.58	110.49	2	195.8	23.1	8.5	BW
Guaymas	27.55	110.54	4	194.7	24.9	7.8	Bwhw
Rosario	27.53	109.18	280	819.5	22.1		Cwa
Chicoli	27.44	109.54		341.9	25.0	13.7	BW
Ciudad Obregón	27.38	110.07	40	300.7	27.2	11.1	BWh'w

TABLA NÚM. 4 (Continuación)

SONORA (Continuación)

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Índice Lang.	Clasif. Koeppen.
Guiriego	27.31	109.15	251	662.4	25.0	26.4	BShw
Tres Hermanas	27.12	109.13		520.6	25.6	20.3	BS
Quiriego	27.03	109.16		584.9	25.5	22.9	BS
Alamos	27.02	108.57	389	628.8	23.2	27.1	BS
Minas Nuevas	27.02	108.59	508	674.9	22.5	30.0	BShw
Navojca	27.07	109.28	38	396.3	25.8	15.3	BWhw

datos meteorológicos y climatológicos. CHIHUAHUA

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Índice Lang.	Clasif. Koeppen.
Ciudad Juárez	31.44	106.28	1135	236.1	17.5	13.5	BW
Presa	31.42	106.28		252.1	17.8	14.1	BW
Samalayucan	31.21	106.27	1121	187.1	17.2	10.8	BW
Ascensión	31.6	107.59	1287	210.4	15.8	13.3	BW
Villa Ahumada	30.39	106.31	1205	252.1	15.7	16.1	BS
Nuevo Casas							
Grandes	30.24	107.56	1473	247.8	18.3	13.5	BW
San Luis	30.24	107.	1400	292.7	18.5	18.8	BS
Casas Grandes	30.22	107.53	1478	411.1	17.3	23.8	BSKw
Galeana	30.06	107.37	1431	304.2	18.5	16.4	BS
San Buenaventura	29.51	107.29	1536	379.9	17.1	22.2	BSKw
Ojinaga	29.34	104.25	841	228.7	23.3	9.8	Bwhw
El Mulato	29.23	104.10	784	223.5	21.3	10.4	
Madera	29.17	107.52	2979	484.4	13.0	37.2	BSK'w
Namiquipa	29.16	107.25	1828	447.0	14.0	32.0	BSKw
Maclovio Herrera	29.03	105.09	1948	195.6	18.7	10.4	
Temosachic	28.58	107.49	1858	457.6	13.0	35.0	BSKw
Tejolocachic	28.46	107.40	2200	385.5	16.0	24.1	BS
La Junta	28.45	107.53	2041	513.5	16.5	31.1	BS
Chihuahua	28.38	106.05	1423	370.2	18.1	20.4	BShw
Ciudad Guerrero	28.34	107.29	2010	481.8	12.2	39.4	BShw
Bachimba	28.28	105.50	1905	178.9	19.2	9.3	Bw
Cauahémoc	28.25	105.51	2210	440.5	15.3	28.8	BS
Meoqui	28.16	105.23	1155	266.1	19.5	13.6	Bw
Cusihiuriachic	28.15	106.50	1985	488.1	16.3	27.5	BS
Ciudad Delicias	28.11	105.29	1165	269.0	19.5	13.8	BW

TABLA NÚM. 4 (Continuación)

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Indice Lang.	Clasif. Koeppen.
Las Vírgenes	28.10	105.33	1220	243.0	19.1	12.7	BW
Villalba	27.55	105.45	1280	317.0	19.0	16.7	BS
Ciudad Camargo	27.42	105.10	1653	316.3	17.2	18.4	BShw
Ojo Caliente	27.41	105.13	1222	281.9	19.1	14.7	BW
La Boquilla	27.25	105.32	1300	346.7	18.6	18.6	BS
Chínipas	27.24	108.33	1640	773.9	17.5	44.2	C
Jiménez	27.08	104.55	1360	291.9	18.2	16.0	BS
Hormiguero	27.02	105.42	1754	591.9	17.0	34.8	BSkw
Batopilas	27.01	107.40	702	641.2	20.5	31.2	C
Hidalgo del Parral	26.56	105.40	1652	454.7	17.1	26.6	BSkw
Carrillo	26.54	103.56	1102	264.6	18.7	14.2	BW
Tascate	26.45	106.27	2030	692.4	16.0	43.3	C
Guadalupe y Calvo	26.06	106.58	1113	1071.6	18.0	59.6	Cfwb
Dolores	26.00	107.10	1524	854.8	18.1	47.2	Cfwb

COAHUILA

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Indice Lang.	Clasif. Koeppen.
Hda. el Burro	29.17	101.55	1110	155.9	21.3	7.3	BWhw
Palestina	29.09	101.56	341	525.7	20.8	25.2	BS
Piedras Negras	28.42	100.42	220	534.5	21.5	24.9	BShx'v
Zaragoza	28.29	100.55		308.4	21.9	14.1	BS
Allende	28.20	100.50	376	523.3	21.4	24.4	BS
Villa Unión	28.13	100.44		419.0	23.5	17.8	BS
Hda. La Mariposa	28.08	101.44	535	591.4	21.7	27.2	BS
Nueva Rosita	27.55	101.12	430	422.0	21.6	19.5	BShw'v
Múzquiz	27.53	101.31	504	622.0	21.7	28.7	BSx'hw'
Sabinas	27.50	101.19	339	505.7	21.8	23.2	Cw'a
Villa Juárez	27.46	100.45	264	460.6	23.5	19.6	BS
Don Martín	27.30	100.35	240	427.1	22.4	19.1	BShx'w
Progreso	27.28	101.05	340	389.7	22.3	17.5	BS
Sierra Mojada	27.17	103.42	1256	439.6	20.8	21.1	BShx'w
San Buenaventura	27.06	101.33	496	347.5	22.0	15.8	BS
Cuatro Ciénegas	26.58	102.05	731	178.7	22.5	7.9	BWhw
Monclova	26.55	101.25	586	341.8	21.0	16.2	BSx'hw

TABLA NÚM. 4 (Continuación)

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Índice Lang.	Clasif. Koeppen.
Castaños	26.48	101.25	749	417.6	19.9	21.0	BS
Hda. de La Joya	26.27	101.13	1123	234.4	20.8	11.3	BWhw
Concordia	25.47	103.07	1105	194.4	20.9	9.3	BWhw'
Guadalupe (Presa)	25.45	103.14	1118	234.5	20.5	11.2	BW
San Pedro	25.45	102.59	1090	155.3	21.3	7.3	BW
El Cuije	25.42	203.20	1116	189.2	20.8	9.3	BW
Coyote	25.53	103.28		204.6	20.7	9.9	BW
Torreón	25.33	103.26	1140	248.3	20.7	12.0	Bw
Ramos Arizpe	25.33	100.58	1399	364.9	17.7	20.6	BShx'w
Matamoros	25.32	103.14	1120	227.1	21.7	10.5	BWhw
Parras	25.28	102.09	1500	348.3	17.0	20.2	BSkx'w
Arteaga	25.28	100.51	1700	306.3	17.2	17.8	BS
Saltillo	25.25	101.00	1589	408.6	17.6	23.2	BS
General Cepeda	25.23	101.31	1485	445.2	18.3	24.3	BS
Viesca	25.21	102.49	1109	202.4	21.0	9.6	BW
San Antonio							
Alazanas	25.17	100.37		497.7	18.3	27.2	BS
La Flor de							
Jimulco	25.08	103.18	1920	241.8	21.3	11.4	BWhw

DURANGO

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Índice Lang.	Clasif. Koeppen.
La Raposa	26.23	105.20		457.0	19.8	23.7	BS
Guanaceví	25.55	105.37	2200	647.3	15.0	43.1	Cfwb
El Palmito	25.35	105.04	1550	391.6	19.2	20.4	BS
Ciudad Lerdo	25.30	103.32	1140	254.3	21.2	12.0	BW
Tepehuanes	25.20	105.44	1787	514.2	15.8	32.4	BSkw
Cañón Fernández	25.15	103.47		330.7	22.2	14.9	BW
El Pueblo	25.12	106.47	1477	837.5	19.2	43.5	C
Nazas	25.12	104.07	1275	317.9	20.6	15.4	BWhw
El Rodeo	25.11	104.34	1810	391.5	20.4	19.5	BS
Topia	25.10	106.34	1727	1372.0	17.5	78.5	A
Santiago Papasquiaro	25.02	105.25	1740	491.8	17.5	28.1	BSkw
Tamazula	24.56	106.57	283	1262.4	22.8	55.5	C
Cuencamé	24.52	103.42	1500	419.7	19.6	21.4	BS

TABLA NÚM. 4 (Continuación)

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Indice Lang.	Clasif. Koeppen.
Guatimapé	24.48	104.55	1978	517.0	15.5	33.3	BSkw
Peñón Blanco	24.47	104.02	1610	367.3	16.8	21.9	BSkw
San Juan del Río	24.45	104.26	1700	520.4	20.5	25.4	BSkw
San Bartolo	24.41	103.13	1687	381.4	18.2	20.9	BS
San Juan de Guadalupe	24.38	102.42	1570	377.3	21.6	17.5	BS
Bacis	24.33	105.53	1565	757.7	21.6	35.1	C
Las Truchas	24.31	105.48	2400	1075.2	14.9	72.2	A
Canatlán	24.31	104.46	1950	529.3	15.9	33.2	C
Santa Lucía	24.26	104.41	1980	476.2	15.9	29.8	BS
Francisco I. Madero	24.23	104.19	1961	481.3	16.1	29.8	BS
Tayotitla	24.04	105.56		763.0			
Durango	24.01	104.49	1898	468.6	17.4	26.9	BSkwg
Nombre de Dios	23.50	104.14	1923	466.9	17.2	27.1	BS
El Salto	23.46	105.22	2538	910.7	13.3	68.5	A
Mezquital	23.28	104.22	1468	449.8	19.2	23.4	BS

ZACATECAS

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Indice Lang.	Koeppen. Clasif.
Concepción Norma	24.40	101.24		325.0			
Cedros	24.39	101.40		321.2			
Mazapil	24.40	101.30		650.0			
Concepción del Oro	24.38	101.25	2070	328.2	17.1	19.2	BS
San Rafael	24.36	101.59		429.6			
San Salvador	24.31	100.54	1715	285.4	18.9	15.1	BS
Camacho	24.26	102.18	1665	220.9	18.8	11.7	
San Francisco	24.22	102.51		317.9			
Miguel Ariza	24.18	103.25		382.4			
La Honda	24.06	103.22	2186	486.2			
San Tiburcio	24.05	101.29		245.4			
Nieves	23.59	103.01	2017	357.0			
Pacheco	23.58	102.25	1989	403.9			
Zaragoza	23.55	103.41		384.1	13.6	28.2	BS
Río Grande	23.54	103.01	1870	406.7	18.4	22.1	BSkw
Tetillas	23.46	102.56		176.5			

TABLA NÚM. 4 (Continuación)

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Índice Lang.	Clasif. Koeppen.
Sombrerete	23.40	103.37	2350	709.0	16.2	43.7	Ckw
Cañitas	23.38	102.40	2007	456.2			
Sain Alto	23.35	103.14		410.1			
El Saenz de Calera	23.33	103.10	1965	469.2	16.6	28.2	BS
Chalchihuites	23.30	103.54		855.1	17.1	50.0	C
Villa de Cos	23.20	102.17	1855	418.7			
Fresnillo	23.11	102.50	2091	400.0	16.6	24.1	BSkw
Santa Rosa	22.58	103.02		396.2	14.3	27.7	BS
Valparaíso	22.55	103.38		590.2	23.4	25.2	BS
Zacatecas	22.46	102.34	2612	328.6	13.1	25.1	BSkw
Guadalupe de las Corrientes	22.45	102.31	2285	359.5	15.9	22.6	BS
El Durazno	22.44	103.01	2028	580.1	17.3	33.5	C
Troncoso	22.42	102.24	2225	421.5	16.8	21.1	BS
Ciudad García	22.42	103.02	2250	335.0	18.4	18.2	BS
San Pedro Piedra Sorda	22.28	102.20	2192	466.8	17.8	26.2	BS
Villanueva	22.27	102.58		510.7	19.6	26.1	BS
Pinos	22.19	101.35	2480	438.4	18.5	23.7	BS
Villa García	22.10	101.56	2225	410.8	16.7	24.6	BS
Tecomate	21.58	103.02		583.5	21.4	27.2	BS
Tabasco	21.55	103.02		482.9	20.6	23.4	BS
Tlaltenango	21.49	103.04		672.1	18.6	36.1	C
Sánchez Román	21.49	103.27		694.0	18.5	37.5	C
Excámé	21.40	103.20		703.2	19.1	36.8	C
Teúl de González Ortega	21.32	103.25		777.5			
Nochistlán	21.25	102.57	1930	695.8	18.4	37.8	C
Juchipila	21.25	103.14	1350	678.7	22.7	29.9	BS

SAN LUIS POTOSÍ

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Índice Lang.	Clasif. Koeppen.
El Salado	24.19	100.52	1729	190.1			
Catorce	23.42	100.53		290.9	17.6	22.2	BS
Cedral	23.40	100.44	1730	340.6	19.0	17.9	BS

TABLA NÚM. 4 (Conclusión)

	Latitud	Longitud	Altitud	Precip.	Temp.	Indice Lang.	Clasif. Koeppen.
Matehuala	23.39	100.38	1597	427.7	19.4	22.0	BShw
Santo Domingo	23.19	101.44		416.0	19.8	21.0	BS
Charcas	23.08	101.07	2020	367.7	17.2	21.4	BS
Hernández	22.52	101.56	2025	609.7	16.0	38.0	C
Venado	22.50	101.04		528.4			
Moctezuma	22.45	101.05	1670	348.4	13.3	26.2	BS
El Meco	22.36	99.23	348	1453.9	21.9	66.0	A
Huerto Naranjos	22.36	99.23		960.9	23.4	41.1	C
Peotillos	22.31	100.37		860.6			
Cerritos	22.26	100.17		557.6	23.9	23.2	BS
Ciudad del Maíz	22.25	99.36	1239	584.6	20.8	28.1	BS
Peñitas	22.18	98.45	100	1014.6			
Alvaro Obregón	22.17	99.39	1293	450.1	21.7	20.7	BS
Mezquitié	22.17	101.06	2062	370.3	19.2	19.4	BShw
Soledad Díaz G.	22.12	100.36		307.6	18.9	16.5	BS
Palomas	22.11	99.39	1210	477.2	19.5	24.5	BS
San Luis Potosí	22.09	100.58	1877	346.4	17.9	19.4	BShw
Presa San José	22.09	100.01	1900	513.5	18.4	23.9	BS
Agua Buena	22.08	99.25	372	1801.0	24.2	74.5	A
Paso de San Antonio	22.01	100.24		638.9	19.4	32.4	BS
Cárdenas	22.00	99.41	1200	729.9	20.5	36.4	C
Guerrero	22.00	98.46	68	983.5	25.1	39.3	C
Tamuín	22.00	98.46	30	919.9	26.8	34.3	C
Ciudad Valles	21.59	99.01	765	486.6	25.5	19.1	BS
Paso Real	21.57	98.59	1242	1217.4	24.7	49.2	Aw
Río Verde	21.56	100.00	987	503.0	20.7	24.3	BShw
Gogorrón	21.50	100.54		356.1	18.3	19.5	BS
Tantizohuiche	21.46	99.20		1373.8	24.7	55.6	C
Lomas del Mirador	21.42	99.01	640	1512.4	24.5	61.6	Aw
San Ciro	21.38	99.50	883	753.4	21.3	23.8	Cwa
Ciudad Santos	21.36	98.58	241	879.8			
Lagunillas	21.35	99.34	950	762.2	22.6	33.7	C
Xilitla	21.24	99.00	1035	2537.2	20.8	122.0	Cwa

TABLA NÚM. 5

Estación	Índice Lang.	PE.	Ev.P.	I	I'	Índice Koepen.
Nogales	18.4	17.8	885.3	-41	-38	BWk _w g
Altar	11.6	10.9	1233.5	-79	-46	BWk _w g
Hermosillo	9.4	9.5	1420.5	-83	-48	BWh'g
Mulatos	40.4	40.9	878.8	-3	-9	C _w a
Yécora	78.5	71.2	676.4	55	29	C _w b
Ciudad Juárez	14.6	12.2	903.0	-45	-44	BWk _w g
Torreón	9.4	9.2	985.1	-82	-46	BWh'x'
Durango	27.2	27.1	812.3	-23	-27	BSk _w g
Nuevo Laredo	16.5	18.5	1386.0	-70	-37	BShx'w'
Monterrey	32.8	36.8	1089.0	-11	-19	Cx'w'a
Ciudad Victoria	40.7	45.4	1231.0	-14	-9	Cx'w'a
Saltillo	19.4	18.5	813.0	-57	-37	BSkx'w
Zacatecas	28.2	25.0	651.0	-24	-24	BSk'wg
San Luis Potosí	20.5	19.3	796.0	-34	-36	BSk _w g

PE. Primitivo índice de Thornthwaite.

Ev.P. Evapotranspiración potencial.

I. Nuevo índice de Thornthwaite calculado por las fórmulas 4 a 10.

I'. Nuevo índice de Thornthwaite calculado con la fórmula de equivalencia 2.

TABLA NÚM. 6

Clasificación propuesta. Base índices de Lang.	Según Thornthwaite P.E.	Según Thornthwaite I	Según Koepfen.
NOGALES			
18.4 Semiárido	17.8 D Semiárido	-41 D Semiárido	BWkwg Desierto
ALTAR			
11.6 Arido	10.9 E Arido	-79 E Arido	BWhwg Desierto
HERMOSILLO			
9.7 Arido	9.5 E Arido	-48 E Arido	BWhg Desierto
MULATOS			
40.4 Subhúmedo	40.9 C Subhúmedo	-3 C Subhúmedo	Cwa Templado
YECORA			
75.5 Húmedo	76.2 B Húmedo	-76 B Húmedo	Cwb Templado
CIUDAD JUAREZ			
14.6 Arido	12.2 E Arido	-45 E Arido	BWh'x' Desierto
TORREON			
9.4 Desierto	9.2 E Arido	-82 E Arido	BWh'x' Desierto
DURANGO			
27.2 Semiárido	27.1 D Semiárido estepa	-23 D Semiárido	Seco estepario

TABLA NÚM. 6 (Continuación)

Clasificación propuesta. Base: índices de Lang.	Según Thornthwaite P.E.	Según Thornthwaite I	Según Koeppen.
NUEVO LAREDO			
16.5 Semiárido	18.5 D Semiárido	-70 E Arido	BShx'w' Seco estepario
MONTERREY			
32.8 Subhúmedo	36.8 C Subhúmedo	-11 C Subhúmedo	Cw'x'a Templado lluvioso
CIUDAD VICTORIA			
40.7 Subhúmedo	45.4 C Subhúmedo	-14 C Subhúmedo	Cw'x'a Templado lluvioso
SALTILLO			
19.4 Semiárido	18.5 D Semiárido	-36 D Semiárido	BShx'g Seco estepario
ZACATECAS			
28.2 Semiárido	25.0 D Semiárido	-24 D Semiárido	BShw'g Seco estepario
SAN LUIS POTOSI			
20.5 Semiárido	19.3 D Semiárido	-33 D Semiárido	BShwg Seco estepario

TABLA NÚM. 7

Índice Lang.	Clasificación propuesta	Clasificación de Köppen.	Clasificación P/E	de Thornthwaite I
0 — 5	A Desierto			
5 — 15	B Árido	BW Desiertos	E Árido	E Árido —60 a —40
15 — 30	C Semiárido	BS Estepa	D Semiárido	D Semiárido —20 a —40
				C ₁ Seco sub-húmedo de —20 a 0
30 — 65	D Subhúmedo	C Subhúmedo	C Subhúmedo	C ₂ Mojado Sub-húmedo de 0 a 20
				B ₁ Húmedo 20 a 40
				B ₂ „ 40 a 60
65 — 130	E Lluvioso	A Lluvioso	B Húmedo	B ₃ „ 60 a 80
				B ₄ „ 80 a 100
Más de				A Perhúmedo 100
130	F Muy lluvioso		A Perhúmedo	y más de 100

ESCURRIMIENTO

Los aforos practicados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en el Estado de Sonora, (39) han servido de base para calcular los coeficientes de escurrimiento, así como las cuantías unitarias, o sean los litros por segundo, por Km. cuadrado. Sólo en el caso de la estación Hermosillo, sobre el río Sonora, hubo necesidad de alterar el dato del escurrimiento medio, pues con el consignado se obtiene un coeficiente mayor para Hermosillo, respecto a la estación del El Orégano, (29.13-110.42) 20 Km. aguas arriba de aquélla, o si no se cambia el coeficiente, se obtiene una precipitación media, mayor para la cuenca, hasta Hermosillo, lo que no puede admitirse. Las cuantías resultaban también diferentes, lo que es inaceptable. También se alteró el dato de escurrimiento máximo para Hermosillo, que resultaba menor que el de El Orégano, teniendo mayor área de cuenca.

Atendiendo a la escala Myers (40) el río Altar tiene un índice de 15.1 y su gasto máximo está dado por la fórmula:

$$Q = 1.75c \sqrt{M} = 1.75 \times 15.1 \times 48.1 = 1278 \text{ mes.}$$

El río Sonora, hasta la estación El Orégano da:

$$c = 0.57 \frac{Q}{\sqrt{M}} = 0.57 \frac{1157}{\sqrt{11853}} = 0.57$$

$$\frac{1157}{\sqrt{108.87}} = 6.05$$

El mismo río, hasta la estación Hermosillo:

$$c = 0.57 \frac{2133}{\sqrt{21328}} = 7.46.$$

Se puede admitir que el coeficiente Myers varía de 6 a 15, para estas zonas semidesérticas. En los Estados Unidos, los ríos que atraviesan zonas semejantes, han dado coeficientes de 3 a 15 y, en las desérticas, de 0.3 a 2.

En vista de los datos anteriores, la fórmula de Craig es la que da resultados más cercanos, empleando un coeficiente menor que el mínimo del autor.

$$Q = 7.4 \ nW \left(\log \text{hip.} \frac{8L^2}{W} \right) \text{ en la que:}$$

Q = Gasto en metros cúbicos por segundo.

n = Coeficiente que varía entre 0.68 y 1.95.

W = Anchura de la cuenca en kilómetros.

L = Longitud de la cuenca en kilómetros.

Para el río Altar se obtiene:

$$\begin{aligned} Q &= 7.4 \times 0.60 \times 40 \left(\log e \frac{8 \times 80^2}{40} \right) = \\ &= 177.6 \times 7.155 = 1270 \text{ mcs.} \end{aligned}$$

Con un coeficiente menor, se calculó el gasto máximo en la cuenca del río Sonora, en la estación El Orégano:

$$\begin{aligned} Q &= 7.4 \times 60 \times 0.39 \left(\log e \frac{8 \times 220^2}{60} \right) = \\ &= 173 \times 6.69 = 1157 \text{ mcs.} \end{aligned}$$

El río Yaqui, en su afluente Bavispe, tiene la estación de aforo denominada La Angostura y, en ella, el máximo medido fue de 1020 m.³, con una área de 18,809 k.²

El índice de Myers, resulta de:

$$c = 0.57 \frac{1020}{\sqrt{18809}} = 4.24.$$

En el afluente Papigochic, estación La Junta, el índice de la misma escala, es de:

$$c = 0.57 \frac{980}{\sqrt{8135}} = 0.62.$$

El índice desciende considerablemente, a pesar de que la precipitación es mayor que en las otras cuencas que se han tomado en cuenta, debido a la influencia de la vegetación, que aumenta, en cambio, el gasto medio. En realidad, la significación de un índice de esta naturaleza, está íntimamente ligada con el gasto medio.

En el cauce principal del río Yaqui, en la estación El Aguila (29.05-109.40), el índice Myers se eleva a 12.5, mientras que en Chiculi (27.46-109.55) desciende a 2.6, de acuerdo con el carácter semidesértico, dominante en la cuenca; pues también el gasto medio desciende considerablemente. Si se calcula el gasto máximo, con la fórmula de Craig, se obtiene:

$$Q = 74. \times 0.30 \times 89.7 \left(\log e \frac{8 \times 810^2}{89.7} \right) =$$

$$= 199.1 \times 8.67 = 1726 \text{ mcs.}$$

Los anteriores cálculos, ponen de manifiesto el carácter torrencial, extremo, de los ríos de Sonora; resultando un contraste demasiado grande, casi increíble, entre las máximas y las mínimas del río Yaqui.

Afortunadamente, se dispone de aforos del río Nazas, en algunas estaciones hidrométricas. La Comisión Nacional de Irrigación publicó datos de 1929 a 1938 (19) y, después, la Secretaría de Recursos Hidráulicos proporcionó los datos restantes, hasta 1950, gracias a la gentileza del Sr. Ing. Andrés García Quintero, Jefe del Departamento de Hidrología. Los datos aparecen en la tabla No. 5.

La área, hasta la presa de El Palmito, (Lázaro Cárdenas) es de 18,120 Km.² El gasto medio, anual, en 22 años, es de 42,179 Ips. o sean, 2,327 Ips. por Km.² equivalentes a una lámina de agua de 0.07338, mientras que, la precipitación media, en esa parte de la cuenca, es de 0.5412 m, significando que el coeficiente de escurrimiento es del 13.55%.

Para clasificar el río de acuerdo con la escala Myers (22) se utiliza la fórmula:

$$c = \frac{57 Q}{100 \sqrt{M}} ; \text{ donde:}$$

c = Coeficiente de la escala Myers.

Q = Gasto máximo, en metros cúbicos por segundo, igual a 2706.

M = Areas en kilómetros cuadrados, igual a 18,120.

Se obtiene un valor de 11.42 para c .

El río es de régimen torrencial, puesto que, por una parte, desarrolla avenidas tan importantes como lo indica el gasto máximo y, por otra, su gasto hidráulico se hace nulo.

Se han propuesto, en otros trabajos, que el gasto máximo y el medio de la temporada de lluvias, productor de avenidas, se le llame escurrimiento torrencial o primario, substituyendo el nombre de: "aguas broncas", empleado frecuentemente en la literatura oficial; que al escurrimiento temporal, que sigue sin violencia a las lluvias, se le denomine temporal o secundario y, al escurrimiento permanente, que dura en el estiaje, efluente o terciario. Este último es, en promedio, de 1,000 lps. El promedio de los mínimos es de 646 lps; pero durante la temporada de lluvias, el escurrimiento efluente es mayor.

Evaporación.—La evaporación, en los distintos terrenos, obliga a considerar las siguientes variaciones:

1—Zonas desérticas.

2—Zonas áridas.

3—Zonas semiáridas.

4—Zonas subhúmedas.

El autor ha consignado en su estudio de la cuenca de Mayrán (40) dos fórmulas que encontró para calcular la evaporación. Posteriormente, ha hecho uso de una, mucho más sencilla, que es la siguiente:

$E = 100 - L$, con:

E — Coeficiente de evaporación en porcientos.

L — Índice de Lang.

Como el coeficiente medio de Lang para las zonas desérticas es

de 2.5, la evaporación resulta de 97.5%; en las zonas áridas, de 90%; en las semiáridas, de 77.5; y en las subhúmedas, de 52.5%.

Calculando con la fórmula:

$$E = 0.0288 r^2 - 3.28r + 93.25$$

En la que E tiene igual significado que en la anterior fórmula y r es el coeficiente de escurrimiento, que para los desiertos varía entre 0 y 3, habiendo tomado aquí el 1%, se tiene:

$$E = 0.0288 - 3.28 + 93.25 = 90$$

En las zonas áridas, el coeficiente resulta de 86.8, en las semiáridas 80.6, y en las subhúmedas de 68.8.

La última fórmula encontrada es:

$$E = \frac{Pv + P(1 - P) + 0.01 Pts. con:}{r}$$

P = Precipitación media de la cuenca en milímetros.

v = Densidad de la vegetación en partes de la unidad.

p = Coeficiente de permeabilidad en porcientos.

T = Temperatura media en grados C en la cuenca.

S = Pendiente media del río en m/km.

r = Coeficiente de escurrimiento en porcientos.

Aplicándola a la cuenca del río de La Concepción da:

$$E = \frac{300 \times 0.1 + 300(1 - 0.1) - 0.01 \times 300 \times 20 \times 3.4}{5.5} = 91.5$$

Promediando los valores obtenidos, se puede admitir que la evaporación, para las zonas desérticas, es de 98%, las áridas 88, las semiáridas 70 y las subhúmedas de 60.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

BAJA CALIFORNIA

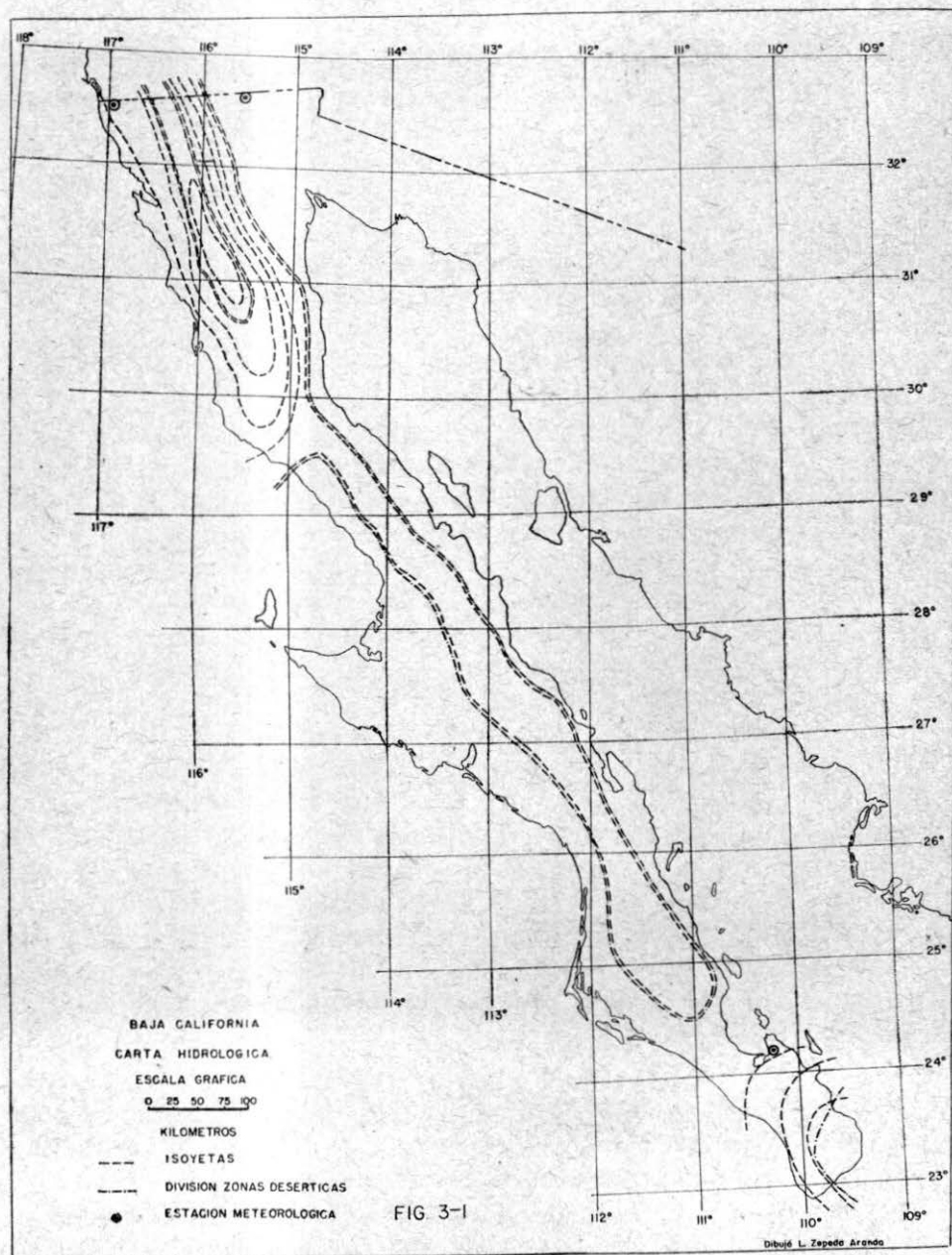
Infiltración.—La infiltración, desde el punto de vista cuantitativo, varía de una cantidad prácticamente nula, tres centésimos de litro por segundo, o 31 centímetros cúbicos por kilómetro, a 2.5 litros por segundo y kilómetro cuadrado, que se registra como dato medio en las cuencas de Tijuana y Guadalupe, en las que existe una densa vegetación boscosa. Los valores de la infiltración pueden verse en la tabla Núm. 8. La Fig. 3-1, muestra las isoyetas y divisiones de climas.

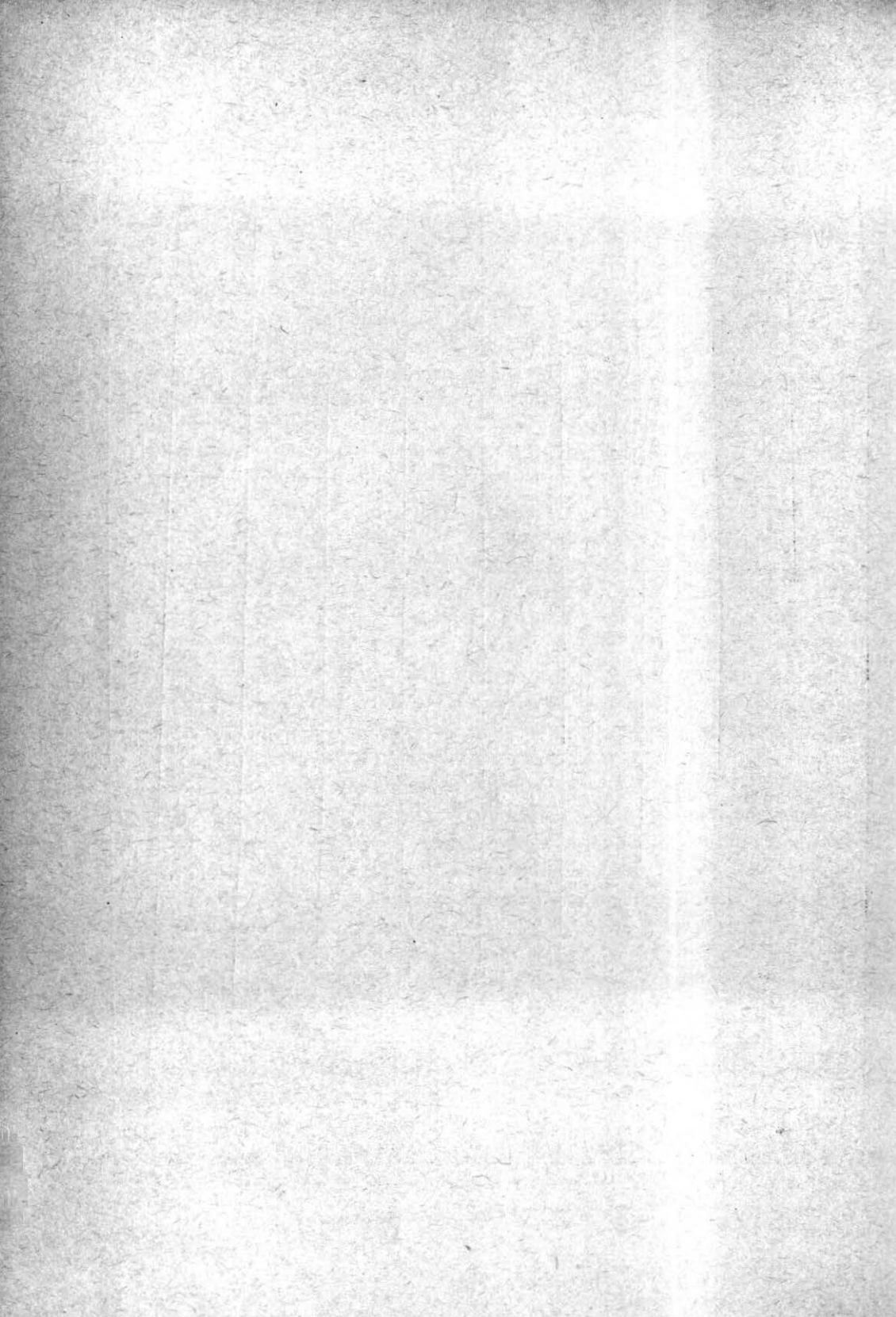
Es evidente que las cuantías no son uniformes en las cuencas, por variaciones de precipitación y de permeabilidad. En cada cuenca se requiere una estimación lo más cuidadosa y detallada posible, con planificación de provincias pluviométricas y permeamétricas y, en cuanto a estas últimas, secciones verticales, que señalan los cuerpos, por decirlo así, que tienen la misma permeabilidad. Se llama "entidades", a los cuerpos irregulares o no, en las tres dimensiones, donde se realiza la circulación del agua, con las mismas características, en cuanto a gradiente y velocidad. El gradiente en una función del aporte y la permeabilidad, Se denomina "aporte", a la cantidad de agua que entra en una entidad, como consecuencia de la infiltración, en el sentido vertical o cercano a él, o de tendencia general a la vertical descendente, y de la percolación en el sentido horizontal, cercano a él o predominantemente horizontal. El "éxodo", o "fuga", es la cantidad de agua que se subtrae a cada entidad, en ambos sentidos, o sea, en relación con la infiltración y la percolación. El éxodo es una función de la permeabilidad y ésta, a su vez, lo es de las cargas hidráulicas y la naturaleza de las rocas. Las cargas hidráulicas, a su vez, dependen de la pendiente del terreno y de la concentración acuífera.

Como la permeabilidad es un factor de suma importancia en la circulación del agua, se le dará aquí alguna atención.

El coeficiente de permeabilidad, está dado por la cantidad de agua que pasa por un metro cuadrado de sección vertical, de un terreno cualquiera, en la unidad de tiempo y de pendiente; esto es,

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO





en un segundo y con el 1% de pendiente, con el agua a 15°5 de temperatura. En el estudio de la cuenca de Mayrán (40.p.384) se presentó una breve tabla de permeabilidad. El autor se empeñó en adoptar, como medida de la permeabilidad, el Darcy o sus submúltiplos; pero la unidad no resulta práctica. por su gradiente fraccionario, de 13.333%.

Se diseñó y construyó un permeámetro múltiple, de seis celdas (el número de éstas, en el diseño, es ilimitado) para pruebas de laboratorio; pero la práctica impulsó al empleo de métodos de campo, que se han hecho cada vez más efectivos, por medio de gradientes naturales y artificiales, o sea, producidos por bombeo. En la naturaleza se tienen variaciones de la permeabilidad en los estratos, tanto en el sentido vertical como en el horizontal y, sobre todo, la intervención de litoclasas afecta radicalmente la permeabilidad. En las pruebas de campo se han empleado sistemas de determinación directa de la velocidad de percolación, que se facilitarán por el empleo de isótopos.

En todo caso, globalmente, una formación geológica tiene su expresión permeamétrica y constituye, propiamente, una entidad como se ha definido. De'alles internos de la entidad, sólo podrán determinarse directamente, lo que no resta importancia a los datos globales. Se espera hacer una buena clasificación de las entidades y se agradecerá cualquier contribución de datos regionales, para hacer una generalización útil para todos.

Antes de tratar específicamente de los acuíferos de las distintas provincias a que se refiere el presente estudio, se hará una breve digresión sobre los acuíferos.

Debe aceptarse con limitaciones, el concepto, generalmente admitido, de los acuíferos libres y los cautivos, conteniendo aguas colgantes, epifreáticas, subálveas y freáticas, en el primer caso y aguas confinadas ascendentes o artesianas, en el segundo. El autor distingue respecto a las aguas subterráneas, varios perfiles: el a, correspondiente a la superficie del terreno, en un corte o sección vertical; el b, que pertenece al nivel superior de la saturación, en cada caso; y el y, correspondiente a la línea teórica, superior, que une los niveles piezométricos de emergencias, relacionadas con un mismo acuífero.

Cuando en una región hay saturaciones locales permanentes, a niveles superiores al b general, el perfil se denominará b' y, el agua,

epifreática. Si la saturación, además de ser de nivel superior al correspondiente a la localidad, es temporal, el agua se denominará adventicia o espuria e igualmente su perfil. Si el perfil b, tiene una fuerte ondulación, relativamente corta, que lo eleva o lo deprime respecto al nivel continuo, se denominará subalveo en el primer caso y catenario en el segundo.

Estas distinciones corresponden a los perfiles longitudinales o en el sentido de las corrientes. Cuando se trate de perfiles transversales se marcarán con las letras antes referidas, acompañadas de una t.

Una prueba de la incorrección da la idea de que los acuíferos freáticos se deben, exclusivamente, a saturaciones sustentadas por estratos impermeables, consiste en que, en muchas regiones, el perfil b, es diagonal respecto a los estratos impermeables y aun transversal a ellos.

En es'os casos, el perfil b, puede o no diferir, en pendiente, respecto al perfil a. Además de esta circunstancia, el perfil b, se mantiene sin desplomes, cuando se interrumpen los estratos permeables, quedando entre ellos zonas impermeables transversales. De esto resulta que la posición y la naturaleza del perfil b, depende de la relación aporte-permeabilidad, cuya expresión matemática se discute en otro estudio (41).

Igualmente, para la producción de cargas hidráulicas que engendren perfiles "y" no se requiere, indispensablemente, de confinamiento entre estratos impermeables, basta con diferencias pronunciadas de permeabilidad, entre estratos superpuestos, o aun en uno solo, cuando dicha permeabilidad difiere en los sentidos vertical y horizontal y, además, cuando se detiene la emigración del agua, por cualquier motivo, como por la intervención de sinclinales, cubetas, fallas, etc.

La mecánica de las aguas subterráneas se explica mejor con el estudio de los perfiles que se han indicado, pues la formación de acuíferos es'á íntimamente relacionada con la permeabilidad, sin necesidad del viejo concepto de los fondos impermeables, por más que, en muchos casos, éstos realmente existan y sustenten acuíferos freáticos.

Recursos acuíferos.—La cuenca de Tijuana es la que recibe las mayores aportaciones, contando con 6.25 m.³ de escurrimiento que, en parte, se almacenan en la presa Rodríguez y benefician grandemente a la región. El agua subterránea es también, relativamente, importante pues llega a 12.5 m.³

La mayor parte de la cuenca es de naturaleza granítica y los acuíferos se localizan en leptoclasas, combinadas con diaclasas, que extienden los acuíferos en las cuencas inmediatas, estableciendo un perfil b común. Las cuencas exocriptoreicas abarcan todo el macizo peninsular; también pueden llamarse panexoreicas.

La falta de estudios detallados impide trazar los gradientes del perfil b y señalar sus particularidades batiales y cimáticas (41).

En la cuenca de Guadalupe, las aportaciones de aguas subterráneas son, también, importantes, como puede verse en la tabla No. 8; pero las formaciones graníticas son aún más extensas, con relación a la cuenca, comparadas con las de Tijuana.

Las cuencas panexoreicas de Ensenada, San Carlos, Santo Tomás, San Vicente y San Rafael, contribuyen con sus recursos que, en conjunto, llegan a 11.5 m.³ a la alimentación de los receptáculos generalizados en litoclasas y, los recursos de las cuencas de Colmett, San Telmo, Santo Domingo, Rosarito y Rosario, que llegan a 7.3 m.³ contribuyen a la alimentación de receptáculos más definidos en la planicie costera, comprendida entre San Isidro (31.2-116.2) y Rosario (30.0-115.5) incluyendo San Quintín (30.3-115.55).

Las cuencas de San Fernando y Santa Catarina, cuentan con zonas más amplias de planicie y sus recursos de cerca de 900 lps., se individualizan en las propias cuencas, por más que continúan siendo panexoreicas.

Desde Santa Catarina, hasta la cuenca de San Andrés, se extiende una faja de pequeñas cuencas muy angostas, de arroyuelos insignificantes, que cruzan una formación esencialmente caliza y, después, desde la latitud 29 hasta la 27, se extiende el gran desierto del Vizcaíno o Santa Clara, con una extensión casi igual a la del Estado de Hidalgo y aportaciones acuíferas de 2,000 lps. que deben formar concentraciones explotables, dignas de estudios detallados.

Hacia el sur se encuentran cuencas pequeñas, de arroyitos paralelos, que a pesar de ser casi insignificantes, ofrecen buenas perspectivas de explotación de aguas subterráneas en la planicie costera, entre las latitudes de 26.3 y 25.5, una longitud de 100 Km.

Sigue, después, el importante desierto de Magdalena, con aportaciones de 3,500 lps., incluyendo las cuencas de Santa Cruz, Soledad y Algodón. En este desierto deben existir perfiles subálveos en las inmediaciones de los cauces de los ríos antes mencionados, en su paso

por la planicie costera, donde, seguramente, hay concentraciones, aunque éstas sean muy bajas, ya que dependen, entre otros factores, de la pendiente y ésta es muy pequeña en esta porción de la península; pues en el desierto es del 0.2% y en las lomas del 0.7%. Con estas pendientes, los gradientes forzosamente menores, son incapaces de producir concentraciones que no sean del tipo adventicio. Siendo de tanta consideración esta zona, con sus 19,000 Km.² merece un estudio detallado del perfil "b", con sondeos y pruebas de bombeo, para definir su potencialidad acuífera.

Por último, hacia el S se extiende la región de La Paz, con una planicie de 2,700 Km.² también de pendiente muy pequeña, que no llega al 1% y lomas de pendiente media del 2%. La planicie está limitada el E y SE por la sierra Victoria, de 1200 m de elevación, con picachos más elevados (1810 m) y pendiente en sus flancos del 6%; pero la falla de La Paz se interpone y recibe subterráneamente las aportaciones acuíferas de la sierra granítica. Tanto para La Paz (24-110.1) como para Todos Santos (23.2-110.1), esta falla representa una importante posibilidad de suministro de aguas subterráneas.

La vertiente oriental de la península, presenta condiciones excepcionalmente buenas para la explotación de aguas telúricas y subterráneas, únicamente en el delta del río Colorado, desde el límite internacional, cerca de Yuma, Ariz (32.5-114.3) y San Luis, Son. (32.3-114), hasta la desembocadura. El carácter divagante del río, que traza semicírculos de 40 Km. de radio, contribuye a la alimentación de los acuíferos.

En la planicie que se ha llamado de Mexicali, se ha establecido un perfil "b" paralelo al "a" y muy poco profundo; pero la falta de gradiente hace que los pozos sean, en general, poco productivos, por más que se forcen los rendimientos con grandes abatimientos de nivel, que sólo tienen por límite el arrastre de las arenas, por la creación de grandes velocidades del agua de aporte, en las zonas coronarias de bombeo.

Hacia el S se encuentra el desierto de San Felipe, que se va angostando y llega a la punta de San Fermín, con una longitud de 160 Km. Las aportaciones que recibe esta zona son muy pequeñas y las concentraciones nulas. Los acuíferos se localizan en litoclasas y las cuencas son panexoreicas. La sierra de San Pedro Mártir repre-

sentaría un aporte de importancia, si no fuera por la falla colectora del mismo nombre, que intercepta las aguas.

La alimentación de los acuíferos en el granito, se realiza en las sierras de Las Pintas, San Felipe y Santa Rosa, donde la pendiente llega al 15%. Se producen gradientes en el perfil "b" y concentraciones".

El desierto de Enmedio (30.3-115.1) está cruzado longitudinalmente por la falla, representando la misma, una posibilidad de alumbramiento de aguas subterráneas, debiéndose investigar perfiles b, e y.

En la vertiente que se está examinando, puede notarse cierto paralelismo entre la parteaguas y el litoral, desde la frontera hasta la latitud 29.1, demarcando una zona esencialmente granítica, casi sin cuencas hidrográficas, con excepción de las de arroyuelos insignificantes. En seguida, el trazo de la parteaguas se hace más sinuoso y la faja más angosta, llegando a la latitud 28, en la que se presentan las rocas efusivas terciarias y el trazo de la parteaguas se aparta más y más de la costa, hasta llegar a la línea media de la península, entre los cerros de Bandera (27.-112.3), Puro Año, El Valle y San Antonio (26.4-112.2), para dirigirse, en seguida, al E, reduciendo cada vez más la faja costera, que llega a su mínimo en la latitud 25, precisamente colindando con las cuencas del desierto de Magdalena. En toda esta porción, las cuencas son panexorreicas e individualmente insignificantes. El perfil b debe fijarse por medio de sondeos, en un reconocimiento general, que abarque separadamente las formaciones graníticas y las terciarias.

Conociendo el perfil "a" en la sierra de San Pedro Mártir, que pasa cerca de la Misión de Santo Domingo, por el pico más elevado de la misma sierra, como es el cerro de Providencia y poco al N de la punta de San Felipe, se ha calculado el perfil "b" que le corresponde y se obtienen gradientes hidráulicos de 0.57% a 2.27%, con cargas máximas de 890 m. y permeabilidad media de 997×10^{-8} que es bastante pequeña, ya que la mínima de arenas muy finas, con "tamaño efectivo" de 0.05 a 0.1 mm. es de 4800×10^{-8} . Las cargas hidráulicas son insignificantes, por lo reducido de las cuantías, que dan aportes de 253×10^{-8} . En condiciones normales, los aportes en las zonas húmedas son cuatro veces superiores. En este perfil aparecen, como lugares adecuados para la explotación de aguas subterrá-

TABLA NÚM. 8
PRECIPITACION—ESCURRIMIENTO—INFILTRACION
BAJA CALIFORNIA

	Superficie K ²	Precipitación		Escurrimiento			Infiltración		Evaporación	
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántia	Coe- ficiente	m.c.s.	Cuántia	Coe- ficiente	Coe- ficiente
1 Tijuana	4,925	0.4	62.5	6.25	1.268	10.0	12.50	2,538	20.0	70.0
2 Guadalupe	2,273	0.4	28.8	2.88	1.268	10.0	5.76	2,538	20.0	70.0
3 Ensenada	334	0.4	4.2	0.34	1.015	8.0	0.67	2,029	16.0	76.0
4 San Carlos	1,840	0.4	23.3	1.86	1.015	8.0	3.73	2,029	16.0	76.0
5 Santo Tomás	595	0.4	7.6	0.61	1.015	8.0	1.22	2,029	16.0	76.0
6 San Vicente	1,723	0.4	21.9	1.53	0.889	7.0	3.07	1,776	14.0	79.0
7 San Rafael	1,621	0.4	20.6	1.44	0.889	7.0	2.88	1,776	14.0	79.0
8 Colnett	920	0.4	11.7	0.82	0.889	7.0	1.63	1,776	14.0	79.0
9 San Telmo	1,424	0.4	18.1	1.26	0.889	7.0	2.53	1,776	14.0	79.0
10 Santo Domingo	1,541	0.3	14.6	0.58	0.371	4.0	1.17	0,761	8.0	88.0
11 Rosarito	1,916	0.3	18.2	0.71	0.371	4.0	1.46	0,761	8.0	88.0
12 Rosario	1,588	0.2	10.1	0.40	0.254	3.0	0.50	0,317	5.0	92.0
13 San Fernando	1,999	0.2	12.7	0.51	0.254	3.0	0.63	0,317	5.0	92.0
14 Santa Catarina	762	0.2	4.8	0.19	0.254	3.0	0.24	0,317	5.0	92.0
15 San Andrés	2,278	0.2	14.4	0.58	0.254	3.0	0.72	0,317	5.0	92.0
16 San Gregorio	1,172	0.2	7.4	0.30	0.254	3.0	0.37	0,317	5.0	92.0
17 Santa Cruz	4,020	0.2	25.5	1.02	0.254	3.0	1.27	0,317	5.0	92.0
18 Soledad	3,377	0.1	10.7	0.21	0.063	2.0	0.43	0,127	4.0	94.0
19 Algodón	1,969	0.1	6.2	0.12	0.063	2.0	0.25	0,127	4.0	94.0
20 Des. Viscaíno	16,056	0.1	50.9	1.01	0.063	2.0	2.04	0,127	4.0	94.0
21 „ Mexicali	4,000	0.05	6.3	0.06	0.016	1.0	0.13	0,032	2.0	97.0
22 „ de Enmedio	2,430	0.05	3.8	0.04	0.016	1.0	0.08	0,032	2.0	97.0
23 „ Magdalena	9,525	0.1	30.2	0.60	0.063	2.0	1.21	0,127	4.0	94.0
24 Plan La Paz	2,697	0.2	17.1	0.51	0.190	3.0	1.02	0,380	6.0	91.0

neas, el pie granítico de la sierra, cerca del arroyo Santo Domingo y el desierto de Enmedio, suponiendo que la falla que lo recorre no cause un desplome del nivel b, lo que debe investigarse.

El gradiente medio es de 1.8% y eso significa que la percolación, en el perfil "b", es 6 veces mayor que la infiltración. Las condiciones indicadas revelan que no es de creerse existan en la región aguas cautivas y que la explotación de las aguas subterráneas debe hacerse con amplios márgenes de seguridad, atendiendo a los rendimientos permanentes y no a los inmediatos; que pueden ser bastante altos, debido al almacenamiento secular, pero reducirse notablemente al ponerse en equilibrio con los aportes normales, agotadas las aguas fósiles.

La carencia de datos hidrológicos directos y aun de simple información, impide hacer un cálculo de las cantidades de aguas captables, en las distintas cuencas de la península.

SONORA

Manantiales.—El estudio de los manantiales es de gran importancia para el conocimiento de la hidrología de una región. Desgraciadamente, se carece de datos técnicos suficientes, para formar, con ellos, una serie de conclusiones que sirvan de base a otras investigaciones. Los datos reunidos aparecen en la tabla Núm. 9 y nos inhiben para la formación de una carta hidrobatimétrica. Algunos manantiales y pozos, así como las isoyetas y divisiones de climas, aparecen en la Fig. 3-2. Se tiene noticia de la existencia de 13 manantiales "Rasicos" (42). Una inspección ligera de la carta, sugiere alineamiento de los manantiales 67, 68 y 72, de Arispe, con el 123 de Aconchi, el 153 de Nacori y el 175 de Madera. Puede notarse, también, alineamiento en los manantiales 83 de Cumpas, 147 de San Pedro y 173 de Movas; y entre los 89 de Oputo, 117 de Santa Cruz y 171 de Yecora. Los referidos alineamientos sugieren emergencia por fracturas, que podría presuponerse son fallas; pues los alineamientos son paralelos a las fallas reconocidas en los sitios de esos manantiales, entre Cumpas, Moctezuma, San Pedro y Movas.

Los manantiales de Aconchi, Cumpas, Oputo y Pedregoso, sugieren emergencias por interposición de formaciones basales graníticas y alteración de la permeabilidad de las fracturas por el comporta-

TABLA NÚM. 9

SONORA
MANANTIALES

NOMBRE	Altura m.	T.m. Agua	Gasto Hidrául. Lt. p. s.	Dist. Km.	Rumbo	Clasificación	Situación
CABORCA							
Tinaja de los Pájaros	200	27	0.1	175	N50W	Lésico	1
Agua Dulce	240	23	10	165	N40W	Lésico	1
Sonoyta	390	28	15	140	N29W	Résico	13
Quitovaquita	320	27	3	110	N32W	Résico	1
SARIO							
Buzani	230	23	400	10	N	Résico	4
Rodeo	—	23	150	12	NE	Résico	4
ALTAR							
El Chanate	495	26	0.4	10	W	Résico	1
OQUITOA							
Aguacaliente	—	36	3	4	N	Rásico	
PATIQUITO							
Lizárraga	330	26	130	4.5	E	Résico	
La Ciénega	510	26	0.5	55	S	Résico	
IMURIS							
Atasecsa	—	33		18.5	N	Rácrico	24
BAVISPE							
Aguacaliente	—	36		30	NW	Rásico	23
ARISPE							
Cueva Santa	—	38		4	N	Rásico	33

TABLA NÚM. 9 (Continuación)

NOMBRE	Altura m.	T.m. Agua	Gasto Hidrául. Lt. p. s.	Dist. Km.	Rumbo	Clasificación	Situación
CUMPAS							
Pozo Hediondo	—	36	4	0.5	N	Rásico	40
Aguacaliente	—	36	3	0.7	NE	Rásico	10
OPUTO							
Aguacaliente	—	35		2	NW	Rásico	40
OPODEPE							
Tulito	—	29	20	10	NE	Rásico	20
BANAMICHI							
El Bacarán	—	22	600	4	N	Rásico	40
HUASABAS							
Aguacaliente	—	33	1	3	N	Rásico	40
ACONCHI							
Aguacaliente	—	32	550	4	W	Rácmico	34
SAN PEDRO DE LA CUEVA							
El Alamo	—	35	2	12	NE	Rásico	40
NACORI CHICO							
Aguacaliente	—	38	3	8	NE	Rásico	10
MULATOS							
Túnel	—	33	1	0.1	E	Rásico	40
YECORA							
Ojo de Agua	—	32	3	0.5	E	Rácmico	40
ROSARIO							
Cajoncito	—	37	60	1	E	Rácmico	24

miento de los macizos plutónicos. Cosa semejante ocurre con los manantiales 32 de Imuris, los de Arispe y Santa Cruz.

Los manantiales fríos son muy numerosos, la mayor parte del tipo "Lechico", de segunda y tercera decena. Los más importantes son "Recmicos" de la primera decena (42).

Pozos.—Solamente en la cuenca del río de La Concepción, se visitaron 112 pozos (43) y se tienen, además, datos fehacientes de 75 pozos estudiados por el Ing. Maximino Alcalá (44). Se carece de datos recientes de los pozos de esas cuencas y se sabe que en Caborca son muy numerosos y productivos, perforados a profundidades relativamente cortas.

En la cuenca del río Sonora, en la planicie costera, entre Pozo Escalante y Punta San Pedro, se han perforado, recientemente, numerosos pozos muy productivos, que han convertido en un emporio esa región, unas 50,000 hectáreas.

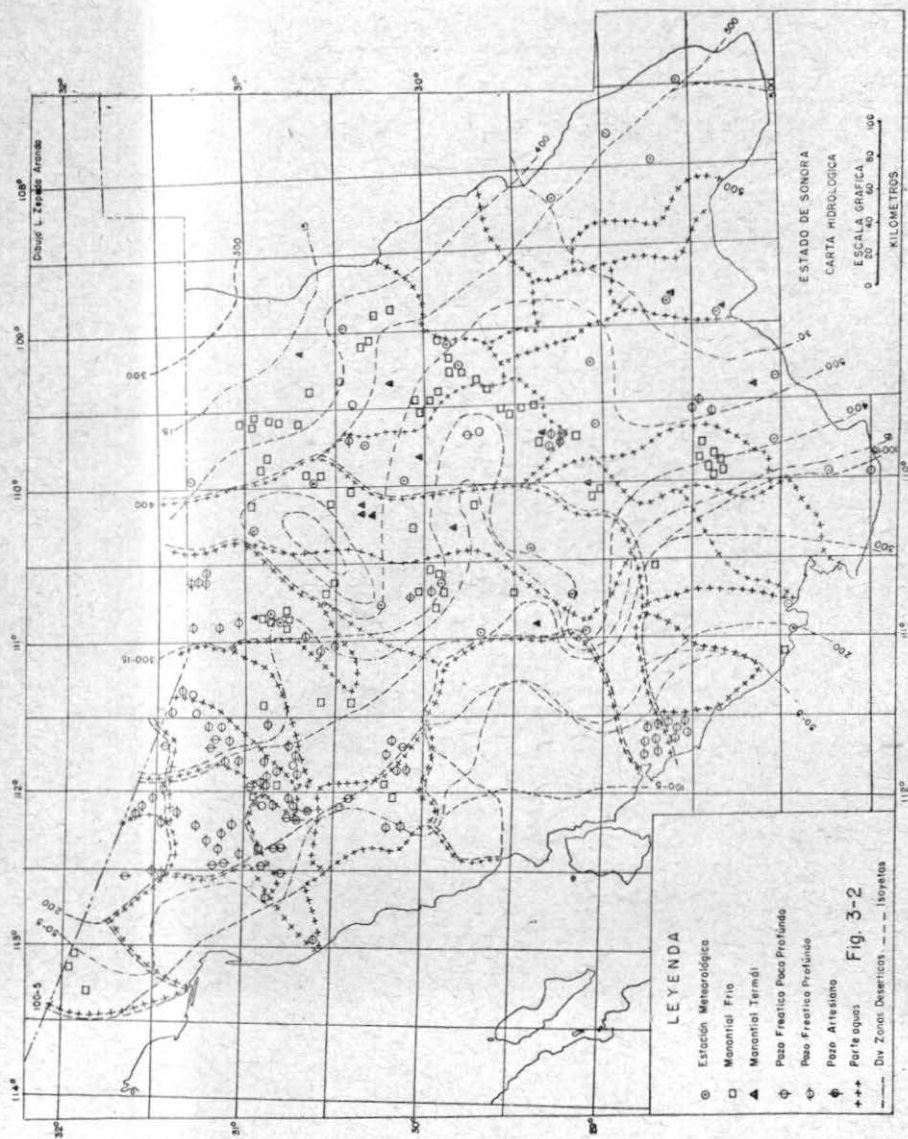
La mayoría de los pozos son excavados a mano y con profundidades de menos de 30 m, límite para considerarlos poco profundos. Fig. 3-2. En la cuenca del arroyo del Coyote, en Tajitos (30.56-112,23) se encuentra una celda terminal (41) debido a la interposición de la barrera impermeable de la sierra transversal de El Chanate, que detiene la circulación normal de las aguas subterráneas. En otro estudio (13) se trató de las condiciones de estas aguas. En esa misma región se presentan, claramente, las alternativas de elevación y abatimiento del perfil b, conforme se pasa de las zonas cimáticas a las caténicas, donde la profundidad es mucho mayor y, en seguida, el perfil se hace concordante (41).

Recursos acuíferos.— Los gastos hidráulicos de la infiltración, que aparecen en la tabla Núm. 10, dan una idea aproximada de la importancia de las cuencas; pero la cantidad de agua explotable sin alterar el equilibrio hidrológico de la región, debe calcularse en cada caso.

En la cuenca del Yaqui, en una explotación intensa, con numerosas obras de captación, cuyas zonas de influencia cubran 19,000 Km.² el gasto máximo que puede obtenerse es de 26.9 m.³, (40.p.381) que, aplicados al regadío, alcanzarían para cultivar 85,000 hectáreas.

El caudal de escurrimiento, como lo muestra la tabla Núm. 10, puede proporcionar riego a 260,000 hectáreas. Contando el Estado con unos 115 m.³ de aguas de escurrimiento y unos 180 m.³ de aguas

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO



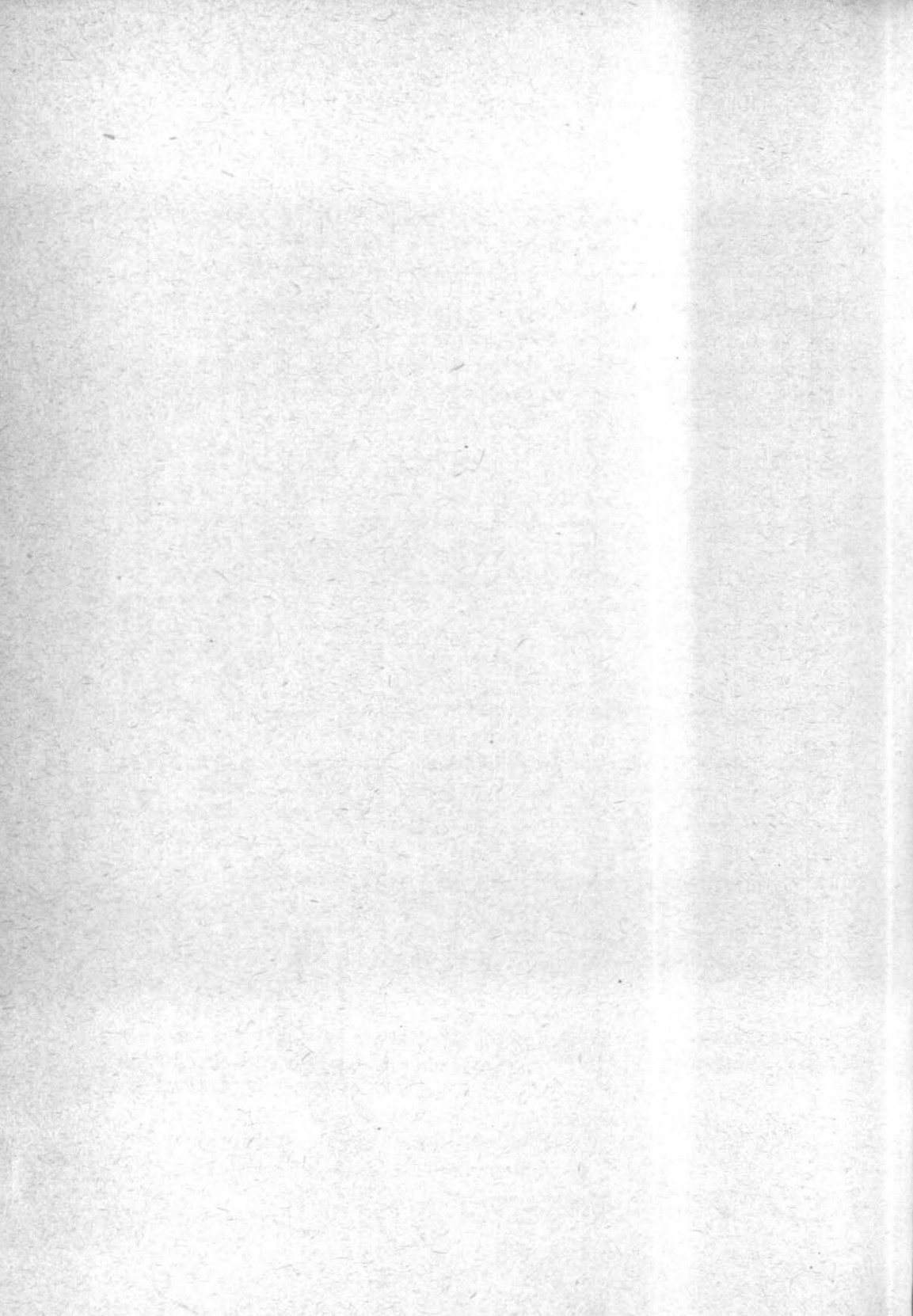


TABLA NÚM. 10
PRECIPITACION—ESCURRIMIENTO—INFILTRACION
SONORA

	Superficie K ²	Precipitación		Escurrimiento			Infiltración			Evaporación
		Altura m.	m. c. s.	m. c. s.	Cuántia	Coefi- ciente	m. c. s.	Cuántia	Coefi- ciente	
Soncyta	19,724	0.20	125.1	3.5	0.178	2.8	5.254		4.2	93.0
La Concepción	26,782	0.31	261.8	11.60	0.433	4.4	16.000	0.595	6.1	89.5
Coyote	3,730	0.25	29.6	1.21	0.324	4.1	1.480	0.400	5.0	90.9
Arroyo Seco	2,618	0.27	22.8	0.96	0.366	4.2	1.140	0.435	5.0	90.8
Altar	2,740	0.30	24.9	1.07	0.390	4.3	1.494	0.545	6.0	89.7
Calabazas	1,996	0.30	19.1	0.84	0.422	4.4	1.146	0.574	6.0	89.6
Coyotito	1,027	0.30	9.8	0.43	0.430	4.4	0.588	0.572	6.0	89.6
Magdalena	4,621	0.45	65.9	3.95	0.852	6.0	5.272	1.141	8.0	86.0
Magdalena Sur	4,619	0.25	36.6	1.61	0.349	4.4	2.562	0.554	7.0	88.6
Vado	2,342	0.25	18.6	0.76	0.325	4.1	1.116	0.476	6.0	89.9
La Concepción	3,089	0.25	24.5	0.77	0.325	4.1	1.225	0.396	5.0	90.9
Sonora	25,936	0.53	433.8	17.02	0.656	3.9	34.276	1.321	7.9	88.2
Zanjón	4,052	0.60	77.3	3.09	0.761	4.0	6.184	1.526	8.0	88.0
San Miguel	4,707	0.60	90.1	3.60	"	"	7.208	1.531	8.0	88.0
Sonora Alto	13,442	0.60	255.7	10.23	"	"	20.456	1.521	8.0	88.0
Sonora Bajo	3,735	0.10	10.7	0.10	0.032	1.0	0.428	0.114	4.0	95.0
Yaqui	72,614	0.49	1134.1	82.73	1.139	7.3	131.567	1.811	10.0	82.7
Moctezuma	6,831	0.45	97.5	4.78	0.700	4.9	7.800	1.141	8.0	87.1
Bavispe	17,347	0.50	275.0	13.36	0.770	4.85	22.000	1.268	8.0	87.0
Nucuri	5,489	0.49	85.0	4.12	0.750	4.85	6.800	1.238	8.0	87.0
Papigochic	12,868	0.60	244.8	28.31	2.200	11.5	48.960	3.804	20.0	68.5
Tucuata	2,647	0.60	46.8	5.43	"	11.6	9.360	3.794	20.0	68.4
Mulatos	2,987	0.60	56.8	6.57	"	"	11.360	3.803	20.0	68.4
Aros	2,502	0.60	47.6	5.50	"	"	9.520	3.804	20.0	68.4
Tecoripa	3,259	0.40	41.3	2.93	0.900	7.1	6.195	1.900	15.0	77.9
Yaqui Bajo	18,864	0.40	239.3	11.73	0.620	4.9	9.572	0.507	4.0	91.1

TABLA NÚM. 10 (Continuación)

	Superficie K ²	Precipitación		Esgurrimento			Infiltración		Evaporación	
		Altura m.	m. c. s.	m. c. s.	Cuantía	Coefi- ciente	m. c. s.	Cuantía	Coefi- ciente	
Costa La Salina	5,776	0.10	18.3	0.18	0.032	1.0	0.187	0.031	1.0	98.5
Cabo Lobos	4,372	0.10	13.9	0.07	0.016	0.5	0.139	0.031	1.0	98.5
Río San Ignacio	2,883	0.10	13.2	0.26	0.090	2.0	0.528	0.183	4.0	94.0
Cabo Tepeca	1,025	0.10	3.2	0.02	0.016	0.5	0.032	0.031	1.0	98.5
Río Pozo Escalante	10,736	0.20	68.1	0.68	0.063	1.0	1.362	0.126	2.0	97.0
Río San Pedro	2,193	0.20	13.9	0.14	„	1.0	0.278	0.126	2.0	97.0
				116.20			189.619			

ESGURRIMIENTO—AFOROS DE LA SRH

	Superficie K ²	Altura lluvia	Precipitación mes.	Máximo total obser.	por K ²	Mínimo total	Medio		Coeficiente esc.
							Total e	Cuantía r	
Río Altar	A	p	Pg						
Est. Santa Teresa	2,313	0.350	25.67	1278.0	0.552	0.000	0.74	0.319	2.88
Río Sonora									
Est. El Orégano	11,853	0.300	112.75	1157.0	0.097	0.000	3.11	0.263	2.76
Hermosillo	21,328	0.300	202.88	2133.0	0.100	0.300	5.60	0.263	2.76
Río Yaqui									
Est. Las Lanchas	14,580	0.500	231.16	180.0	0.012	0.0	10.2	0.693	4.40
Angostura	18,809	0.500	298.20	1020.0	0.054	0.0	12.6	0.669	4.22
La Junta	8,135	0.600	154.77	980.0	0.120	0.4	2.07	2.544	13.40
El Aguila	57,749	0.500	915.59	5265.0	0.091	1.32	81.8	1.416	8.56
Tecori	68,139	0.450	972.29	3900.0	0.057	0.0	86.4	1.268	8.89
Chiculi	69,834	0.490	1085.08	1214.0	0.017	0.49	60.0		
Oviachi	69,834	0.490	1085.08	768	0.010	4.16	91.4	1.308	8.42

subterráneas y suponiendo, en consonancia con los datos de la cuenca del Yaqui, que se pudieran aprovechar 70 m.³ de la primera clase de aguas y 40 m.³ de la segunda, teóricamente se podrían regar 350,000 hectáreas. Como es evidente que tal circunstancia es imposible, toda vez que se oponen las condiciones hidrológicas por sí mismas y, además, los imperativos demográficos, amén de otros factores tan decisivos como éstos, se impone un estudio para equilibrar los intereses demográficos, agrícolas, ganaderos e industriales.

Las zonas desérticas son muy difíciles de conquistar, no así las áridas, que representan valiosas reservas, mientras que las semiáridas pueden ser el sitio de grandes concentraciones humanas. Sonora, con sus 300,000 hectáreas de riego, convenientemente distribuidas, pero su mayor parte en las partes bajas de las cuencas del Yaqui y del Sonora; puede sostener una población de unos 5.000,000 de habitantes y alcanzar el doble, aprovechando todos sus recursos potenciales.

CASAS GRANDES

Infiltración.—Las cuantías varían de 0.141, por Samalayuca, a 2,920 por Los Mexicanos. Los aportes mayores corresponden a las cuencas de los ríos Santa María, El Carmen de Villa Ahumada, y San Miguel de Casas Grandes.

Las planicies formadas por materiales aluviales, fluviales y lacustres, con depósitos eólicos, en algunos casos dominantes, representan la principal fuente de infiltración y los coeficientes serían muy elevados, si no fuera por la extraordinaria importancia de la evaporación, que consume la casi totalidad del agua subterránea que asciende por capilaridad, de los suelos y capas superficiales, impidiendo su incorporación con los acuíferos. A pesar de tales circunstancias, la aportación de las planicies representa el 58% del agua subterránea de la provincia. Los aportes en las rocas efusivas son del 37.8% y tienen mucha significación, por las cargas hidráulicas que producen.

Emergencias acuíferas.—Se carece de datos directos del estudio de manantiales y pozos y, en consecuencia, faltan los puntos de vista que emanan de sus enseñanzas, que son fundamentales para la concepción hidrológica en general y en detalle.

Se tienen noticias de la existencia de varios manantiales, aparentemente "Rásicos" termales y son los que aparecen en la tabla Núm. 11. Fig. 3-3.

Estos manantiales revelan la existencia de aguas cautivas, cuyos niveles piezométricos varían entre 1150 y 1750 m. según la distancia a crestas hidrobatimétricas, que determinan las pérdidas de carga.

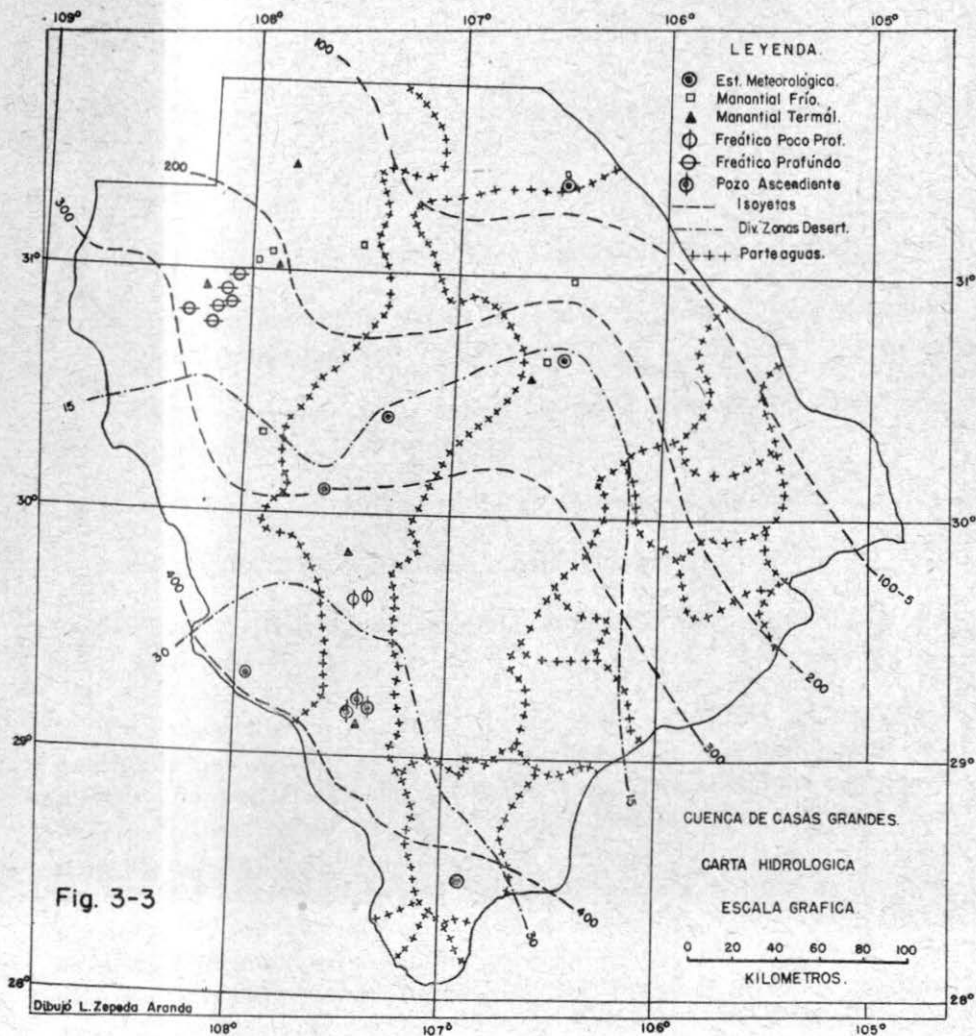
Los manantiales de aguas frías son, en su mayor parte, "Lécsicos 34" y aunque se tiene noticias de un gran número de ellos, no se tabulan por carecer de los datos esenciales. Casi todos se encuentran en las elevaciones de rocas efusivas.

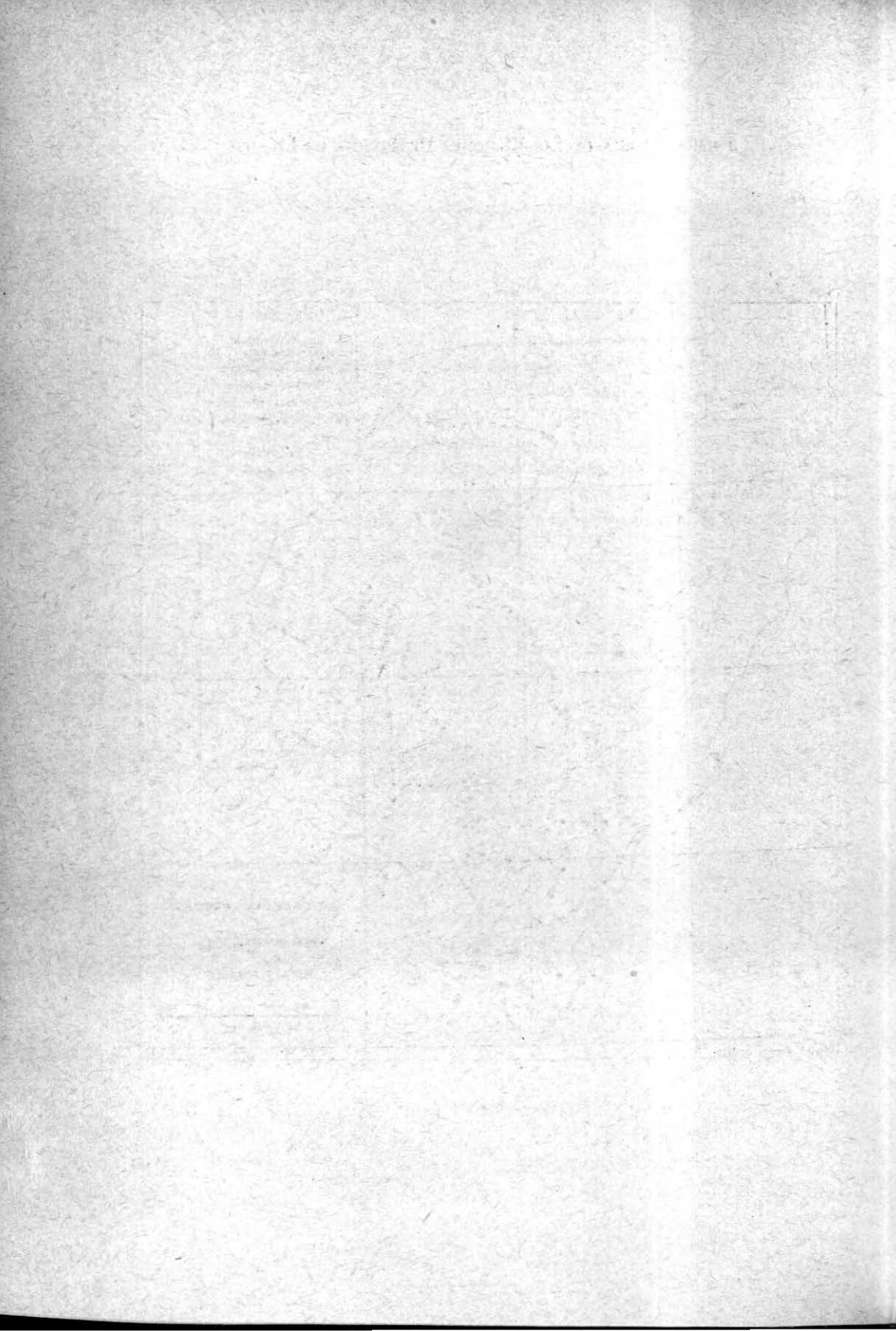
En cuanto a los pozos, los datos son mucho más escasos. Sabiendo que los existentes en las planicies, en los terrenos con altitudes comprendidas entre 1100 y 1550 m., son poco profundos (menos de 30m), mientras que los situados a niveles superiores, son profundos en general.

TABLA NÚM. 11
MANANTIALES DE LA PROVINCIA DE CASAS GRANDES

Nombre	Altura m.	Temp. agua	Gasto hidráulico Lt.p.s.	Dist. Km.	Rumbo	Clasificación	Situación
Ascensión (31.08-108)							
Ojocaliente	1150	—	1	40	NE	Rásico	12
Ojo de Federico	1150	—	7	12	SE	Rásico	10
Janos (30.51-108.10)							
Ojocaliente	1200	—	—	18	NW	Rásico	24
Carrizal (30.30-106.36)							
Ojos Calientes	1210	—	9	28	W	Rásico	10
Santiago	1210	—	1	16	W	Rásico	10
El Carrizal	1210	—	—	0	—	Rásico	10
San Buenaventura (29.48-107.30)							
Ojo de Buey	1674	—	15	6	S	Rásico	24
Namiquipa (29.15-107.25)							
Gracia	1750	—	—	5	N	Rásico	14

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO





Recursos acuíferos.—La Tabla Núm. 12, muestra el detalle de los aportes en cada cuenca, donde se aprecia que el volumen correspondiente a la infiltración, en las planicies, es de 1.405 millones de m.³, capaces de irrigar 140,000 hectáreas, si se pudieran aprovechar íntegramente. Aplicando la fórmula (40.p.381) se tiene:

$$Q = \frac{c \ a \ f \ g \ p}{c} = 16.9 \text{ m}^3 \text{ seg.}$$

Donde:

- q = 0.678 litros por seg. por Km. cuadrado (Cuantía media).
 a = 56,323. Area en K. G. de la zona de influencia, que se supone igual a la superficie de las planicies.
 f = 50.3 porcentaje de la superficie de la zona de influencia respecto al área total de provincia.
 g = 0.3 Carga hidráulica media en la zona de influencia.
 p = 0.0000977 Permeabilidad media normal.
 c = 3.33 Coeficiente que depende de la naturaleza de la superficie del terreno.

La escurrentía de la cuenca da un gasto de 37.941 m.³/seg. del que había que deducir las pérdidas, principalmente por evaporación. Suponiendo, tentativamente, que se perdiera la tercera parte, el aporte será de unos 18 m.³/seg. que, sumados con los 17 de aguas subterráneas, dan un total de 1,100 x 10⁷m.³, que podrían permitir el riego de 100,000 hectáreas o sea el 1% de la superficie de la provincia, mostrando claramente que en esta clase de climas no hay que pensar en el establecimiento de cultivos intensos ordinarios, sino por excepción y en áreas pequeñas, en este caso, en unas 5 a 10 mil hectáreas, aplicándose el resto, con una debida planeación, al impulso de la ganadería, a ciertas industrias, al sostenimiento, de las congregaciones humanas, en granjas "ad hoc.", como las descritas con anterioridad (40.p.386) y al de núcleos de población más importantes.

TABLA NÚM. 12
PRECIPITACION—ESCURRIMIENTO—INFILTRACION
CASAS GRANDES

	Superficie K ²	Lluvia		Esgurrimiento			Infiltración		Evaporación	
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántía	Coefi- ciente	im.c.s.	Cuántía	Coefi- ciente	Coefi- ciente
Villa Ahumada										
Calizas	550	0.100	2.29	0.041	0.072	1.8	0.114	0.158	5.0	93.2
Efusivas	6,825	0.275	59.52	1.190	0.180	2.0	1.785		3.0	95.0
Cuaternario	12,922	0.200	399.04	5.980	0.089	1.5	13.966	0.222	3.5	95.0
Total	20,297		460.85	7.210						
Casas Grandes										
Calizas	193	0.150	0.92	0.016	0.083	1.8	0.075	0.388	8.2	90.0
Efusivas	9,869	0.250	78.23	1.956	0.198	2.5	5.867	0.594	7.5	90.0
Cuaternario	9,697	0.200	63.20	0.948	0.095	1.5	5.372	0.539	8.5	90.0
Total				2.920						
Santa María										
Efusivas	7,425	0.350	82.41	4.945	0.666	6.0	9.889	1.531	12.0	82.0
Cuaternario	7,495	0.300	71.28	2.851	0.371	4.0	9.623	0.287	13.5	82.0
Total				7.796						
Samalayuca										
Calizas	444	0.100	1.41	0.014	0.032	1.0	0.070	0.158	5.0	94.0
Efusivas	269	0.150	1.26	0.019	0.070	1.0	0.050	0.162	4.0	94.5
Cuaternario	7,739	0.100	24.54	0.123		0.5	1.104	0.141	4.5	95.0
Total				0.156						
Félix Gómez										
Calizas	756	0.200	4.79	0.048	0.063	1.0	0.287	0.380	6.0	93.0
Efusivas	38	0.200	0.25	0.005	0.127	2.0	0.012	0.317	5.0	93.0
Cuaternario	5,397	0.150	25.65	0.128	0.024	0.5	1.667	0.308	6.5	93.0
Total				0.181						

TABLA NÚM. 12 (Continuación)

CASAS GRANDES

	Superficie K ²	Lluvia		Escurrimiento			Infiltración		Evaporación	
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuantía	Coefi- ciente	im.c.s.	Cuantía	Coefi- ciente	Coefi- ciente
La Hormiga										
Calizas	1,342	0.300	12.78	0.639	0.048	5.0	1.022	0.761	8.0	87.0
Efusivas	213	0.300	2.03	0.142	0.666	7.0	0.142	0.666	7.0	86.0
Cuaternario	3,538	0.275	30.85	0.308	0.087	1.0	2.468	0.697	8.0	91.0
Total				1.089						
El Cuervo										
Calizas	1,876	0.100	5.16	0.060	0.032	1.0	0.358	0.190	6.0	98.0
Efusivas	63	0.100	0.19	0.004	0.063	2.0	0.009	0.158	5.0	93.0
Cuaternario	1,685	0.100	5.33	0.053	0.032	1.0	0.425	0.254	8.0	91.0
Total				0.117						
Bustillos										
Efusivas	1,024	0.400	13.00	0.780	0.761	6.0	1.040	1.015	8.0	86.0
Cuaternario	2,567	0.400	32.57	0.977	0.371	3.0	3.583	1.395	11.0	86.0
Total				1.757						
Bavícora										
Efusivas	1,864	0.400	23.65	1.892	1.015	8.0	4.257	2.283	18.0	67.0
Cuaternario	579	0.375	6.88	0.482	0.833	7.0	1.376	2.380	20.0	73.0
Total			30.53	2.374						
Encinillas										
Calizas	123	0.325	1.27	0.070	0.570	5.5	0.247	2.070	19.5	75.0
Efusivas	1,176	0.350	13.06	0.980	0.833	7.5	1.893	1.610	14.5	78.0
Cuaternario	1,097	0.325	11.29	0.598	0.545	5.3	1.660	1.513	14.7	80.0
Total			25.62	1.648						
Moscas										
Calizas	124	0.160	0.63	0.006	0.048	0.9	0.101	0.815	16.1	83.0
Efusivas	71	0.120	0.28	0.014	0.198	5.0	0.034	0.478	12.0	83.0
Cuaternario	2,334	0.150	11.10	0.100	0.043	0.9	1.565	0.673	14.1	85.0
Total			12.01	0.120						

TABLA NÚM. 12 (Continuación)

CASAS GRANDES

	Superficie K ²	Lluvia		Escorrentamiento			Infiltración		Evaporación	
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántía	Coefficiente	im.c.s.	Cuántía	Coefficiente	Coefficiente
Lcs Mexicanos										
Efusivas	817	0.450	11.67	1.109	1.353	9.5	2.392	2.920	20.5	70.0
Cuaternario	160	0.450	2.28	0.121	0.700	5.3	0.563	3.520	24.7	70.0
Total			13.95	1.230						
Ojo Laguna										
Calizas	81	0.350	0.89	0.027	0.333	3.0	0.196	2.415	22.0	75.0
Efusivas	586	0.370	6.88	0.550	0.936	8.0	1.170	2.000	17.0	75.0
Cuaternario	161	0.350	1.77	0.018	0.012	1.0	0.372	2.310	21.0	78.0
Total			9.54	0.595						
Nopal										
Calizas	26	0.240	0.19	0.002	0.077	1.0	0.036	1.385	19.0	80.0
Efusivas	70	0.250	0.57	0.027	0.329	4.0	0.091	1.300	16.0	80.0
Cuaternario	486	0.260	3.99	0.040	0.082	1.0	0.638	1.313	16.0	83.0
Total			4.75	0.065						
Sala Ja										
Calizas	185	0.200	1.17	0.017	0.092	1.5	0.216	1.172	18.5	80.0
Cuaternario	196	0.200	1.24	0.012	0.061	1.0	0.198	1.015	16.0	83.0
Total			2.41	0.029						
Pedernales										
Efusivas	342	0.500	5.42	0.650	1.903	12.0	0.976	2.854	18.0	70.0
Gran Total	111,972			27.941			76.910	0.678		
Cuaternario	56,323						44.581			
Efusivas							28.631			
Calizas							2.722			

CONCHOS

Infiltración.—Sumando los coeficientes medios de escurrimiento y evaporación, se obtiene, por diferencia, para la infiltración, 16.27%, que se empleará en el cálculo de los recursos acuíferos subterráneos, aplicándolo al valor de la precipitación, expresada en la tabla Núm. 13 o sea:

$$824.459 \times 0.163 = 134.386 \text{ m.}^3/\text{seg.}$$

Como es natural, la infiltración varía mucho en la cuenca, interviniendo, entre otros factores, la naturaleza de las rocas y suelos, las pendientes, el clima y la abundancia y forma en que ocurre la precipitación Fig. 3-4. En la tabla Núm. 13 se consigna, tentativamente, los valores de la infiltración, en las subcuencas principales, y se obtiene 148.3 m.³/seg., que representan una diferencia del 10.5% en más, sobre el valor anterior. Para expresar el valor de la infiltración, en una cuenca, el autor dedujo la fórmula:

$$i = A B P (a Pz + b P + c), \text{ con}$$

i = Infiltración en m.³ por segundo.

A = Area de la cuenca en Km.² = 67,542.

B = Coeficiente variable entre 0.03 y 0.06, determinando por la fórmula.

P = Precipitación media en m = 0.3848 m.

$a, b, c,$ = Constantes, iguales a 0.0718, 0.1927 y 0.0664 respectivamente.

aplicando esta fórmula se obtiene:

$$i = 67542 \times 0.3848 (0.0718 \times 0.3848^2 + 0.1927 \times 0.3848 + 0.0664) 0.039.$$

$$i = 153.06 \text{ m.}^3/\text{seg.}$$

En la tabla Núm. 14, se consigna la relación en las partes alta y baja del Conchos y sus afluentes y, apoyados en esas relaciones, se encontró la siguiente fórmula:

$$i = A (p P + p' P')^z \text{ donde:}$$

i.—Infiltración en m.³/seg.

A.—Area de la cuenca en Km.²

p.—Proporción de elevaciones respecto a la unidad.
= 0.8428.

P.—Precipitación media en la montaña, parte de la cuenca
= 0.515.

p'—Proporción de planicies de la parte baja respecto a la unidad
= 0.1572.

P.—Precipitación media en las planicies bajas, 0.2764.

Z.—Exponente variable entre 0.185 y 0.190.

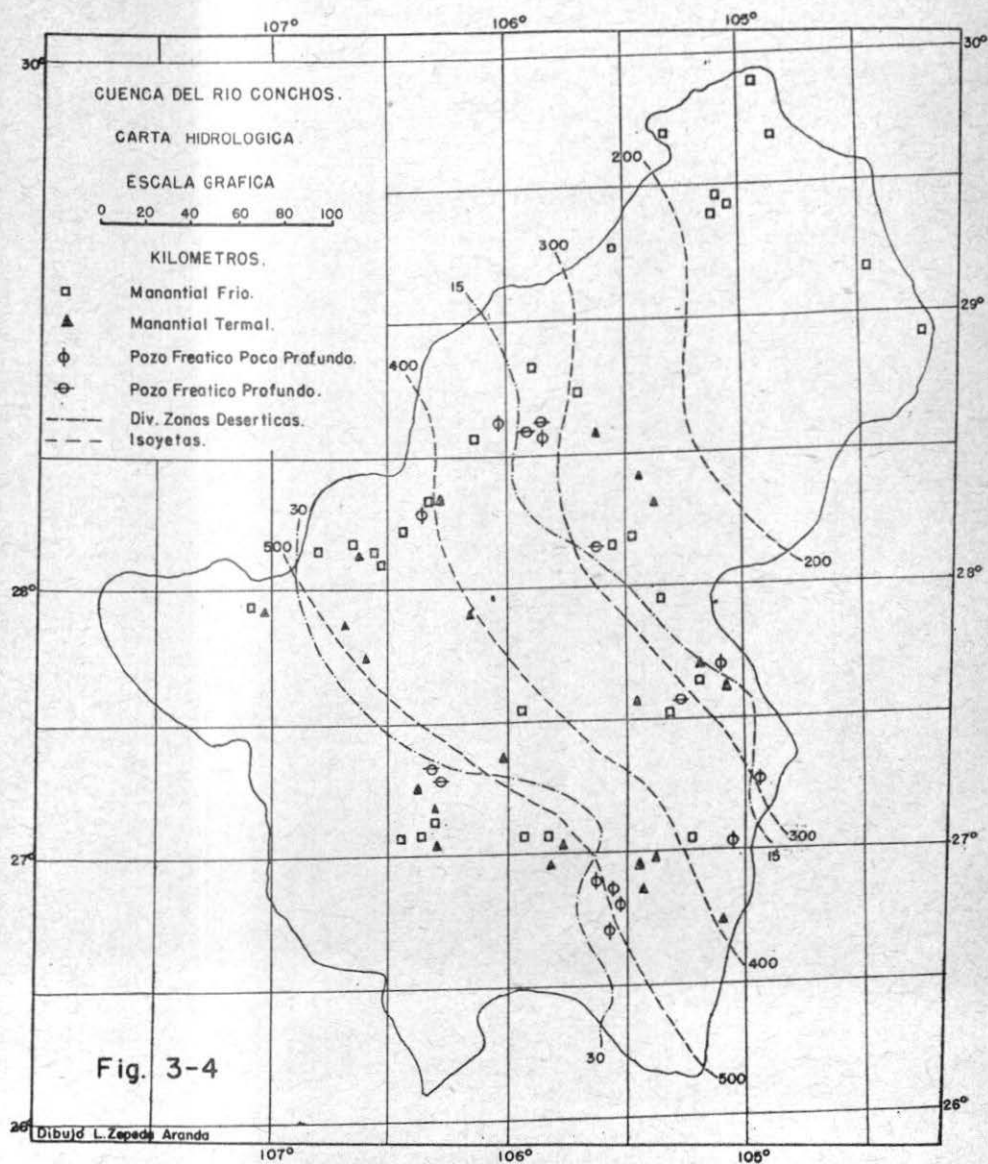
Con estos valores:

$$i = 67,542(0.8428 \times 0.515 \times 0.1572 \times 0.2764)^{0.189}.$$

$$i = 149.66 \text{ m.}^3/\text{seg.}$$

El valor medio, teniendo en cuenta las determinaciones, es de 146.36 m.³/se. entre límites de 134 a 153 m.³/seg.

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO



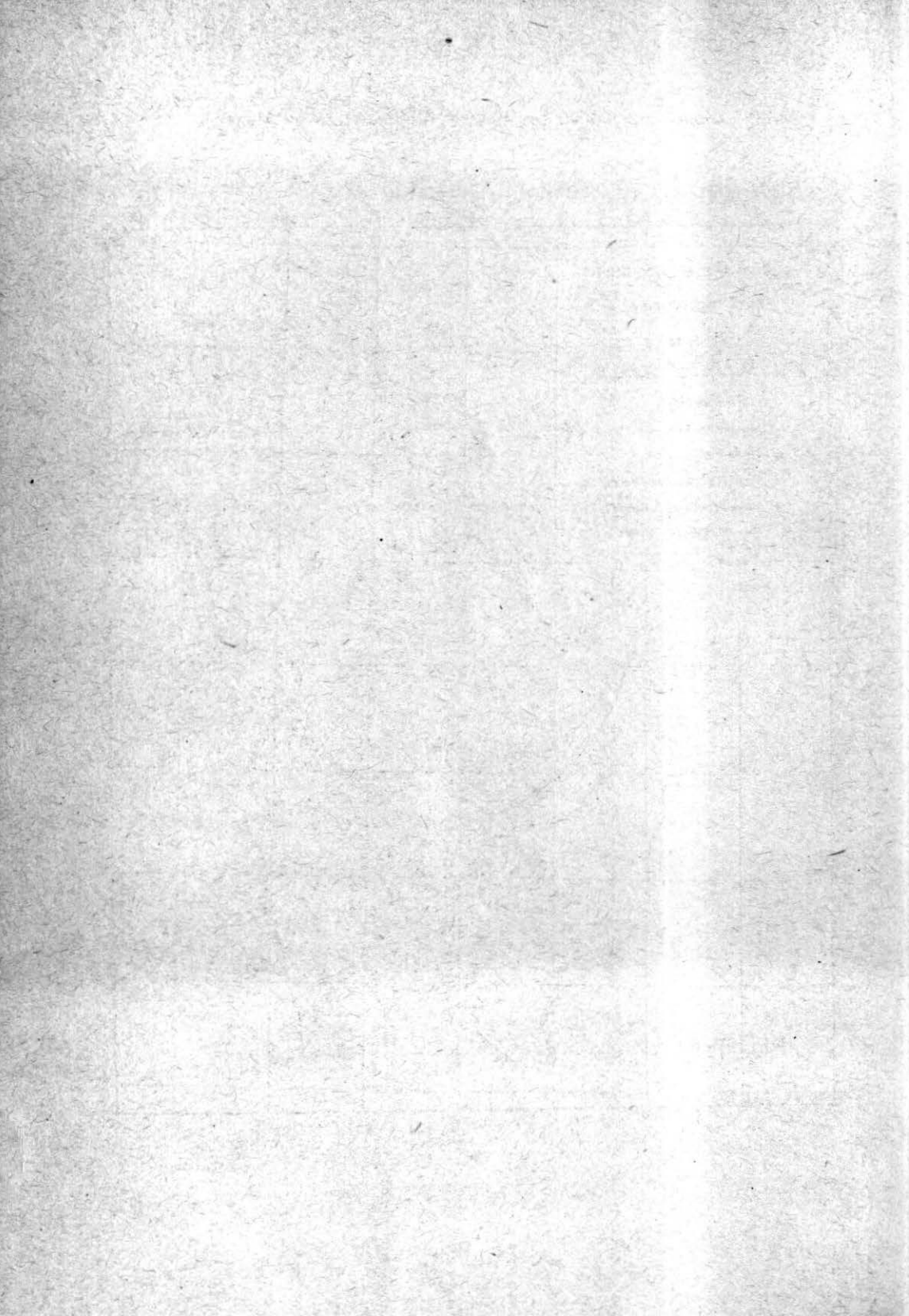


TABLA NÚM. 13
INFILTRACION

	Area en Km ²	Area en Km ² ajustada	Coefi- ciente de infiltración en p%	Lps. por Km ²	Agua subterránea Lps.
CUENCA ALTA DEL CONCHOS					
5. Andesitas	5,722.3	5,344.2	22	3.241	17,320.6
5. Planicies	431.1	402.6	10	1.472	592.6
6. Andesitas	662.7	618.9	20	2.010	1,244.0
6. Planicies	984.1	919.1	12	1.205	1,107.5
7. Calizas	80.0	74.7	28	2.809	209.8
7. Planicies	2,143.7	2,002.1	10	1.003	2,008.0
8. Andesitas	7,620.4	7,116.9	22	4.833	34,396.0
8. Planicies	475.5	444.1	10	2.195	974.8
9. Andesitas	2,621.3	2,448.1	22	4.131	10,113.1
9. Planicies	1,532.7	1,431.4	10	1.876	2,685.3
10. Andesitas	154.8	144.6	20	2.198	317.8
10. Esquistos	300.0	280.2	15	1.650	462.3
10. Calizas	15.1	14.1	30	3.297	46.5
10. Planicies	768.6	717.8	10	1.099	788.9
11. Andesitas	56.0	52.3	15	1.389	72.6
11. Planicies	884.1	825.7	10	0.925	763.8
12. Andesitas	887.1	828.4	22	3.174	2,629.3
12. Esquistos	381.9	356.7	15	2.164	771.9
12. Planicie	329.5	307.7	10	1.441	443.4
	26,050.9	24,329.6			
CUENCA BAJA DEL CONCHOS					
1. Calizas	2,959.0	2,763.5	30	2.175	6,010.6
1. Planicies	2,459.0	2,296.5	10	0.725	1,664.9
2. Calizas y pizarras	3,565.4	3,329.8	25	1.551	5,164.5
2. Rocas ígneas	107.0	99.9	20	1.240	123.9
2. Planicies	6,661.9	6,221.8	10	0.620	3,857.5
4. Calizas	1,224.8	1,143.9	30	2.275	2,602.4
4. Planicies	3,073.6	2,870.5	10	0.758	2,175.8
7. Andesitas	104.2	97.3	22	2.208	214.8
7. Planicies	1,107.9	1,034.7	10	1.003	1,037.8
	21,262.8	19,858.0		1.150	28,852.2

TABLA NÚM. 13 (Continuación)

	Area en Km ²	Area en Km ² ajustada	Coefi- ciente de infiltración en p%	Lps. por Km ²	Agua subterránea Lps.
AFLUENTE FLORIDO					
7. Andesitas	71.6	66.9	20	2.005	134.1
7. Planicie	296.8	277.2	10	1.003	278.0
11. Andesitas	23.8	22.2	15	1.389	30.8
11. Calizas	35.3	32.9	25	2.315	76.2
11. Planicies	1,728.4	1,614.2	10	0.925	1,493.1
12. Andesitas	3,509.1	3,277.3	22	3.174	10,402.1
12. Planicies	2,444.1	2,282.6	10	1.441	3,289.2
	8,109.1	7,573.3			
AFLUENTE SAN PEDRO					
3. Andesitas	497.7	464.8	22	2.598	1,207.5
3. Calizas	45.8	42.8	30	3.450	151.5
3. Planicies	1,888.0	1,763.2	12	1.414	2,493.2
5. Andesitas	4,065.0	3,796.4	22	3.241	12,304.1
5. Planicies	473.6	442.6	10	1.472	651.5
6. Andesitas	1,399.8	1,307.3	20	2.010	2,627.7
6. Planicies	2,867.4	2,677.9	10	1.005	2,691.3
	11,237.6	10,495.0		2.108	22,126.8
AFLUENTE CHUVISCAR					
3. Andesitas	1,913.1	1,786.7	22	2.598	4,641.8
3. Calizas	879.1	821.0	30	3.540	2,906.3
3. Planicies	2,867.3	2,677.9	10	1.180	3,149.9
	5,659.5	5,285.6		2.025	10,708.0
	72,319.9	67,541.5		2.0511	148,338.7

TABLA NÚM. 14

RELACION DE PORCIENTOS DE SUPERFICIE A INFILTRACION

	Area en Km ²	Porciento local	Agua subterránea Lps.	Porciento	Relación de porcientos
CUENCA ALTA DEL CONCHOS					
Andesitas	16,553.4	68.1	66,093.4	86.0	1.260
Esquistos	88.8	0.3	1,234.2	1.6	5.320
Calizas	636.9	2.6	256.3	0.3	0.115
Elevaciones	17,279.6	71.0	67,583.9	87.9	1.240
Planicies	7,050.0	29.0	9,365.1	12.1	0.418
Total	24,329.6		76,948.0		
CUENCA BAJA DEL CONCHOS					
Andesitas	204.1	0.9	338.7	1.5	1.670
Calizas y pizarras	7,237.2	36.5	13,777.5	60.4	1.660
Elevaciones	7,441.3	37.4	14,116.2	61.9	1.650
Planicies	12,416.7	62.6	3,736.0	38.1	0.510
Total	19,858.0		22,852.2		
CUENCA AFLUENTE FLORIDO					
Andesitas	3,604.5	47.6	10,567.0	67.1	1.410
Calizas	35.3	0.6	76.2	0.3	0.500
Elevaciones	3,639.8	48.2	10,643.2	67.8	1.410
Planicies	3,933.5	51.8	5,060.3	32.2	0.620
Total	7,573.3		15,703.5		
CUENCA AFLUENTE SAN PEDRO					
Andesitas	5,962.5	56.8	16,139.3	73.0	1.280
Calizas	45.8	0.4	151.5	0.6	1.500
Elevaciones	6,008.3	57.2	16,290.8	73.6	1.280
Planicies	4,486.7	42.8	5,835.0	26.4	0.615
Total	10,495.0		22,126.8		

TABLA NÚM. 14 (Continuación)

	Area en Km ²	Por ciento local	Agua subterránea Lps.	Por ciento	Relación de porcientos
CUENCA AFLUENTE CHUVISCAR					
Andesitas	1,786.7	33.8	4,621.8	43.3	1.28
Calizas	821.0	15.6	2,906.3	27.2	1.74
Elevaciones	2,607.7	49.4	7,548.1	70.5	1.42
Planicies	2,677.9	50.6	3,159.9	29.5	0.58
Total	5,285.6		10,708.0		

CUENCA TOTAL

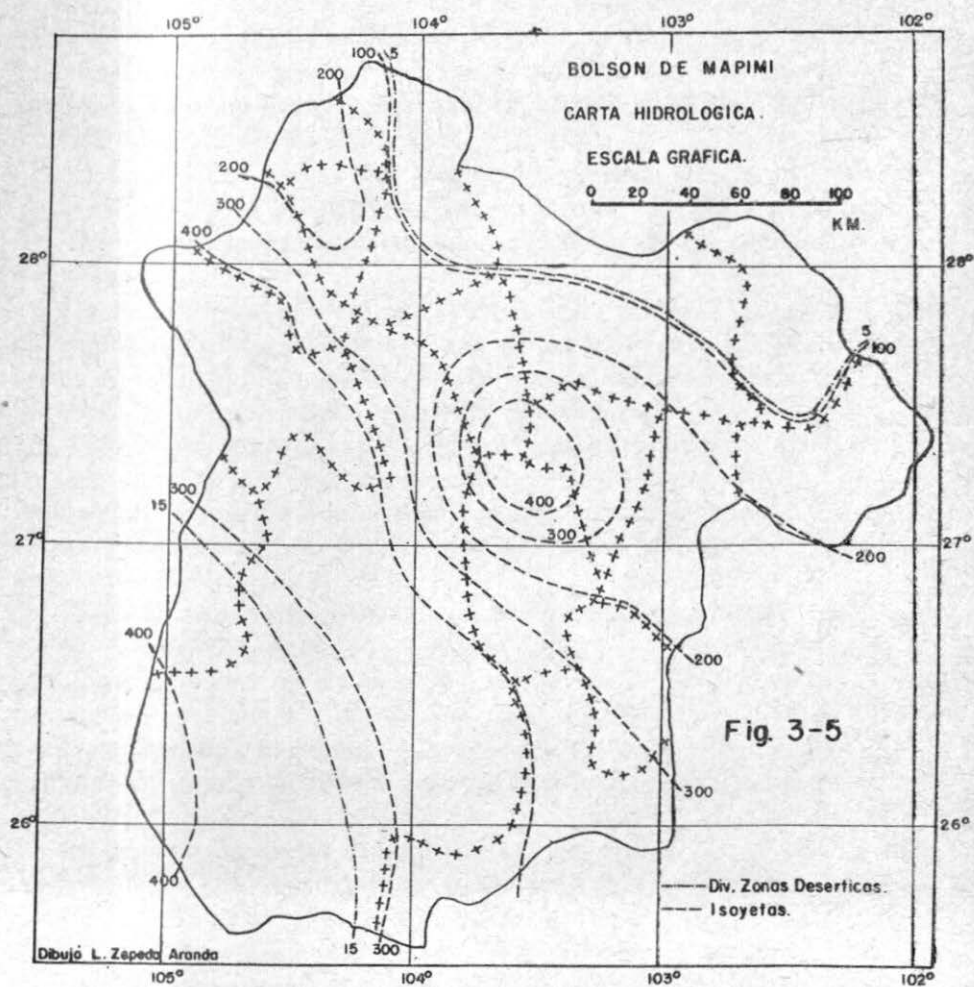
	Area en Km ²	Agua subte- rránea Lps.	Agua sub- montañas y planicies	Porcientos
Sierra Madre				
Andesitas	27,907.1			
Esquistos y otras rocas	1,457.9	101,582.0		
Valles intermontanos	14,404.0	23,448.3	125,030.3	84.28
Sierritas interiores	7,522.4	14,005.2		
Planicies bajas	16,250.1	9,303.2	23,308.4	15.72
	67,541.5	148,338.7		

BOLSON DE MAPIMI

Infiltración.—La Tabla Núm. 15 muestra que la infiltración, en las planicies, alcanza al 74% de la total. Las rocas efusivas, concentradas en la parte SW de la provincia, en la región más elevada y con mayor precipitación, Fig. 3-5 ocupan el segundo lugar, con el 14% del total, mientras que las calizas, en elevaciones aisladas, dispersas y en las zonas bajas, carecen de significación, a pesar de que en ellas la infiltración alcanza el 12%.

Las aportaciones de las rocas ígneas, de tanta importancia en otras regiones inmediatas, por la presencia de elevadas y extensas sierras, en esta provincia apenas alcanzan a 4.5 m.³/seg. con la desventaja de difundirse en el subsuelo a diferentes niveles, cuando si se

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO



distribuyeran en uno solo, darían una cuantía del orden de 0.07 que, comparada con la permeabilidad, marca un potencial de absorción demasiado alto, que anula las latencias piezométricas (41)

Recursos acuíferos.—Solamente la cuenca de Palomas cuenta con recursos adecuados para una explotación importante, pero como en el caso de las zonas semiáridas, no debe pensarse en el establecimiento de cultivos intensos. Con las fórmulas que se han venido aplicando, la cantidad de agua subterránea, obtenible, es de 5 m.³/seg. y la escurrentía de alrededor de 15.

La tabla Núm. 15 da una idea de los recursos acuíferos, pudiéndose estimar, preliminarmente, una capacidad de aprovechamiento, del 30% de las aguas subterráneas y del 60% de las fluviales o de escurrimiento.

Un factor de suma importancia es el de la cantidad del agua, que en muchas cuencas endoreicas son demasiado salinas, particularmente en las lagunillas que en ellas se forman, haciendo, dichas aguas, inaplicables para el riego y aun para abrevaderos.

No debe perderse de vista la interdependencia de las cuencas que, en la provincia, son todas criptoreicas. Tal característica es de suma importancia cuando los acuíferos son cautivos, haciéndose cada vez menos determinantes, a medida que degeneran los perfiles (41) en cimarios y catenarios.

Como el escurrimiento es aquí de mayor importancia que la aportación subterránea, para el mejoramiento de la provincia se requiere la intercalación, en cursos de mayor importancia, particularmente en las cuencas de Palomas, Los Clavos y La Gloria, de numerosos "bordes", o pequeños regresos de almacenamiento, creando minúsculos sistemas de riego y abastecimiento de aguas, para usos domésticos e industriales.

La explotación de las salinas, con las numerosas lagunillas y playas, puede ser aquí de importancia, demandando este renglón, conjuntamente con la ganadería, la granja tipo desértico y la minería, una cuidadosa planeación.

Los verdaderos recursos acuíferos de la provincia como en el caso de las regiones que se han venido considerando a ojo de pájaro, sólo podrán determinarse con estudios hidrogeológicos directos, con abundantes datos de campo, apoyados en una buena cartografía. Mientras tanto, se bosquejaron groseramente las cuantías de esos recursos.

TABLA NÚM. 15
BOLSON DE MAPIMI

	Superficie K ²	Lluvia		Escurrimiento			Infiltración		Evaporación	
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s. Aporte	Cuantía	Coefi- ciente	m.c.s. Aporte	Cuantía	Coefi- ciente	Coefi- ciente
La Morita										
Calizas	162	0.150	0.770	0.023	0.142	3.0	0.031	0.190	4.0	93.0
Cuaternario	1087	0.150	5.169	0.154	0.142	3.0	0.206	0.190	4.0	93.0
Total	1249			0.177			0.237			
Los Gigantes										
Calizas	332	0.300	3.166	0.190	0.571	6.0	0.221	0.666	7.0	87.0
Cuaternario	1465	0.300	13.969	0.836	0.571	6.0	0.976	0.666	7.0	87.0
Total	1797			1.026			0.197			
Las Brujas										
Calizas	226	0.150	1.075	0.042	0.190	4.0	0.032	0.142	3.0	93.0
Cuaternario	1110	0.150	5.279	0.158	0.142	3.0	0.210	0.190	4.0	93.0
Total	1336			0.200			0.242			
Arroyo Colorado										
Calizas	661	0.100	2.096	0.063	0.095	3.0	0.042	0.063	2.0	95.0
Cuaternario	3155	0.100	10.004	0.199	0.063	2.0	0.300	0.095	3.0	95.0
Total	3816			0.262			0.342			
Llano del Guaje										
Calizas	488	0.150	2.321	0.092	0.190	4.0	0.069	0.142	3.0	93.0
Efusivas	34	0.150	0.162	0.003	0.094	2.0	0.008	0.238	5.0	93.0
Cuaternario	6160	0.150	29.270	0.874	0.142	3.0	1.170	0.190	4.0	93.0
Total	6682			0.969			1.247			
San Francisco										
Calizas	728	0.100	2.308	0.069	0.095	3.0	0.046	0.063	2.0	95.0
Cuaternario	2292	0.100	7.268	0.144	0.063	2.0	0.218	0.095	3.0	95.0
Total	3020			0.213			0.264			95.0

TABLA NÚM. 15 (Continuación)

BOLSON DE MAPIMI

	Superficie K ²	Lluvia		Escurrimiento			Infiltración			Evaporación
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s. Aporte	Cuántía	Coefficiente	m.c.s. Aporte	Cuántía	Coefficiente	Coefficiente
Ocampo										
Calizas	977	0.150	4.647	0.185	0.190	4.0	0.139	0.142	3.0	93.0
Cuaternario	2290	0.150	10.891	0.325	0.142	3.0	0.435	0.190	4.0	93.0
Total	3267			0.510			0.574			
Laguna de Clavos										
Calizas	397	0.350	4.406	0.352	0.888	8.0	0.308	0.777	7.0	85.0
Efusivas	505	0.350	5.604	0.490	0.970	9.0	0.336	0.666	6.0	85.0
Cuaternario	4079	0.300	38.893	3.104	0.761	8.0	1.942	0.476	5.0	87.0
Total	4981			3.946			2.586			
Palemas										
Calizas	1489	0.400	18.886	1.511	1.015	8.0	1.511	1.015	8.0	84.0
Efusivas	5875	0.450	83.830	10.058	1.712	12.0	4.183	0.712	5.0	83.0
Cuaternario	15129	0.350	167.902	13.434	0.888	8.0	11.755	0.777	7.0	85.0
Total	22493			25.003			17.449			
Bolsón de los Lipancos										
Calizas	689	0.300	6.570	0.393	0.571	6.0	0.459	0.666	7.0	87.0
Cuaternario	1628	0.250	12.905	0.644	0.396	5.0	0.644	0.396	5.0	90.0
Total	2317			1.037			1.103			
Laguna de los Frailes										
Calizas	262	0.350	2.908	0.203	0.777	7.0	0.232	0.888	8.0	85.0
Cuaternario	1932	0.350	21.441	1.501	0.777	7.0	1.716	0.888	8.0	85.0
Total	2194			1.704			1.948			

CUENCA DE MAYRAN

Emergencias acuíferas.—Los manantiales principales se encuentran en la parte occidental de la cuenca, en las sierras de La Magdalena, La Candela, Coneto, Las Canoas, del Oso y Cuchillas de la Zarca. A continuación, se presenta la tabla Núm. 16 que reúne los datos relativos a los manantiales de la cuenca.

TABLA NÚM. 16
MANANTIALES
DURANGO

Nombre	Fría o Termal	Usos	Distancia	Rumbo	Situación
MUNICIPIO DE GUANACEVI					
Peñol	Termal	Balneario	10	Km. W	—
San Gil	Fría	No tiene	4	" W	—
San Antonio	"	"	4	" W	—
Capuzaya	"	"	2	" W	—
Zape	Termal	Balneario	0.1	" W	1
Cienaguita	"	"	0	" E	1
Agua Caliente	"	"	1	" E	1
Sirena	Fría	Ninguno	1	" E	—
El Acho	"	"	3	" E	—
MUNICIPIO DE SAN BERNARDO					
San Bernardo	Fría	Agrícola	40	Km. W	—
El Alférez	"	"	40	" W	—
Los Fresnos	"	"	30	" W	—
San Juan	"	"	9.5	" W	—
El Carmen	Termal	Ninguno	4	" W	2
Agua Caliente	"	Agrícola	2	" W	—
Corral de Piedras	"	"	3	" E	—
Las Auras	Fría	"	25	" NE	—
La Ciénaga	"	"	0.5	" S	—
Cochinera	Termal	"	0.5	" E	—
San Miguel	"	"	0.5	" E	1
Sardinas	Fría	"	3	" E	—
Matalotes	"	"	5	" S	—

TABLA NÚM. 16 (Continuación)

Nombre	Fría o Termal	Usos	Distancia	Rumbo	Situación
MUNICIPIO SAN PEDRO DEL GALLO					
Naycha	Fría	Varios	30 Km.	W	1
San Pedro del Gallo	Termal	Domésticos	0 "	N	2
MUNICIPIO DE TEPEHUANES					
Tepehuanes	Fría	Varios	62 Km.	NW	—
El Venado	Termal	"	23 "	N	—
Don Pedro	Fría	"	3 "	N	—
Tovar	"	"	3 "	W	—
El Potrero	"	"	6 "	E	—
MUNICIPIO DE NAZAS					
Carrizalillo	Fría	Vinata	16 Km.	N	—
Agua Nueva	"	Abrevadero	15 "	N	—
Acatita	"	"	18 "	NE	—
El Embudo	"	"	15 "	NE	—
Nogales	"	"	17 "	W	1
San Agustín	"	Varios	6 "	NE	2
La Cabra	"	"	10 "	NE	—
Santa Clara	"	"	20 "	W	—
Salsipuedes	"	Ninguno	15 "	E	—
La Tinaja	"	Abrevadero	16 "	SW	—
El Baño	"	Ninguno	6 "	S	—
Peñascudo	"	"	6 "	SW	—
Higuera	"	Abrevadero	14 "	S	—
MUNICIPIO DE SANTIAGO PAPASQUIARO					
Atotonilco	Termal	Balneario	0.5 Km.	N	2
Agua Caliente	"	"	0.5 "	N	1
Herverideros	"	"	12 "	NW	2
Garame	Fría	Agrícola	13 "	W	—
Quiroga	Termal	Balneario	1 "	W	2
Alamillo	"	"	8.5 "	SE	1
Agua Caliente	"	Ninguno	5 "	N	—
Matadero	"	"	3 "	N	—
La Otra Banda	"	Agrícola	3.5 "	NW	2

TABLA NÚM. 16 (Continuación)

Nombre	Fría o Termal	Usos	Distancia	Rumbo	Situación
MUNICIPIO DE CUENCAME					
El Socavón	Termal	Agrícola y Abastec.	1 Km.	W	2
El Sabino	Fría	" "	0 "	W	1
El Tanque	"	" "	2 "	W	1
Atotonilco	Termal	" "	0 "	E	1
El Pueblo	Fría	" "	0 "	E	1
El Ojito	"	" "	2 "	E	2
Estanzuela	"	" "	0 "	S	1
MUNICIPIO PEÑON BLANCO					
Jacales	Termales	Varios	21.5 Km.	NNW	1
San Jorge	Fría	" "	25 "	NW	2
Muralla	"	" "	18 "	NW	1
San José	"	" "	16 "	NW	1
Tortuguillas	"	Abrevadero	7 "	N	1
Colonia Castro	"	" "	0 "	N	1
Antonio Amaro	Fría	Abastec. y Agrícola	2.5 "	W	1
Ignacio Ramírez	"	Varios	0 "	E	1
Alvaro Obregón	"	" "	0 "	E	1
Guajotita	"	" "	5 "	SE	1
La Concha	Termal	Agrícola Industrial	8 "	SW	2
Iaquez	Fría	Abrevadero	7 "	S	1
La Flor	"	Varios	27 "	S	1
Magueyes	"	Doméstico	39 "	S	1
El Indio	"	Abrevadero	36 "	N	2
MUNICIPIO SAN BARTOLO					
Mercadas	Fría	Agrícola	0.2 Km.	N	—
Antón Martín	"	Abrevadero	0.1 "	N	1
María Zavala	"	Agrícola	0 "	NE	—
San Pedro Negrete	"	" "	0.1 "	W	1
San José de los Reyes	"	" "	0 "	W	—
Mosomitita	Termal	" "	0 "	NE	—
Agua Dulce	"	" "	6 "	S	2
MUNICIPIO SANTA CLARA					
El Narango	Termal	Vinata	12 Km.	N	2
Jocoque	Fría	Abrevadero	6 "	W	1
Chihuahua	Termal	Domésticos	0 "	W	—
Santa Clarita	"	Agrícola	4 "	NE	2

TABLA NÚM. 16 (Continuación)

ESTADO DE COAHUILA

Nombre	Altura m.	Tem. agua	Gasto hidráulico lps.	Dist. Km.	Rumbo	Situación
SAN PEDRO						
Azufrosa		Termal	—	38	N	1
Pantano		Fría	3	46	NW	1
Almidón		"	8	20	N	145
Ojo Caliente		Termal	15	19	N 45 E	2
El Tule		Fría	8	14	W	
Pablillo		"	3	11	SE	145
VIESCA						
El Molino		Fría	500	16	W	2
La Presa		"	250	22	W	2
Corral de Piedras	1108	31°	250	14	W	2
Afiladero		Fría	30	13	W	2
Marranera	1108	31°	50	12	W	2
Piedra Parada	1108	31°	200	11	W	1
Ojo Azul	1108	32°	300	10	W	1
Bilbao	1108	31°	700	10	W	1
Pocitos		Fría	15	8	W	1
Ojo Caliente	1108	Termal	5	7	W	1
Juan Guerra		Fría	240	1	SE	1
Santo Domingo		"	15	18	SE	1
Salitrillo		"	10	26	SW	1
Santa Adela		"	15	24	W	
Ahuichila		"	15	36	S 36 E	1
PARRAS						
Apolo 1 y 2		Fría		5	N	1
El Durazno		"		10	NE	1
Socavones		Termal		5	SE	1
Los Trasmínes		"		4	SE	1
Los Holleros		"		4	SE	1

TABLA NÚM. 16 (Continuación)

ESTADO DE ZACATECAS

Nombre	Fría o Termal	Usos	Distancia	Rumbo	Situación
NIEVES					
Morteros	Fría	Agrícola	48 Km.	N	2
Laguna	"	Domésticos	29 "	NW	1
Valenciana	"	"	28 "	N 50 W	1
Jaralillo	"	Agrícola	32 "	N 20 W	—
El Sauz	Termal	"	25 "	NNW	2
El Vergel	Fría	"	30 "	N 38 W	1
San Lucas	"	"	28 "	NW	2
San Pedro	"	Domésticos	17 "	NW	1
Atotonilco de los Martínez	Termal	Agrícola	34 "	NE	1
Atotonilco	Fría	"	32 "	NE	1
San Martín	Termal	"	12 "	NW	2
Ciénaga	Fría	Domésticos	16 "	WNW	2
Pedernal	"	"	23 "	NNW	2
Zaragoza	"	"	0 "	W	1
Morelos	"	"	0 "	W	1
Cerano	"	Agrícola	10 "	NE	1
Santa Rosa	"	"	8 "	N 80 E	—
Norias	"	"	40 "	NE	—
La Estanzuela	Termal	"	18 "	WSW	1
El Ojito	Fría	"	5 "	S	—
RIO GRANDE					
Almoloya	Termal	Varios	12 Km.	NW	1
Pastoras	"	Agrícola	15 "	NW	2
Ojo del Buey	Fría	Varios	4 "	N	2
Alamillo	"	Abrevadero	5 "	NE	1
San Roque	Termal	"	10 "	NE	2
Las Agujas	Fría	Ninguno	19 "	SW	—
Guadalupe	Termal	Agrícola	16 "	SW	—
San Felipe	Termal	Agrícola	10 "	SW	2
Ciénaga	"	"	9 "	SW	—
Salto de los Moyas	Fría	Ninguno	5 "	S	—
San Isidro	"	Domésticos	30 "	WSW	1
Los Mancilla	"	"	13 "	SW	—
Tetillas	"	Varios	17 "	SE	—

TABLA NÚM. 16 (Conclusión)

ESTADO DE ZACATECAS

Nombre	Fría o Termal	Usos	Distancia	Rumbo	Situación
FRESNILLO					
Trujillo	Fría	Agrícola	36 Km.	W	—
Santa Cruz	Termal	"	27 "	W	2
Jocoqui	Fría	"	14 "	NE	—
Santiaguillo	"	Agrícola	20 "	E	2
Ojuelos	"	Abrevadero	20 "	5 32°E	1
Coyote	"	"	20 "	SE	1
Toribio	"	Agrícola	25 "	SE	1

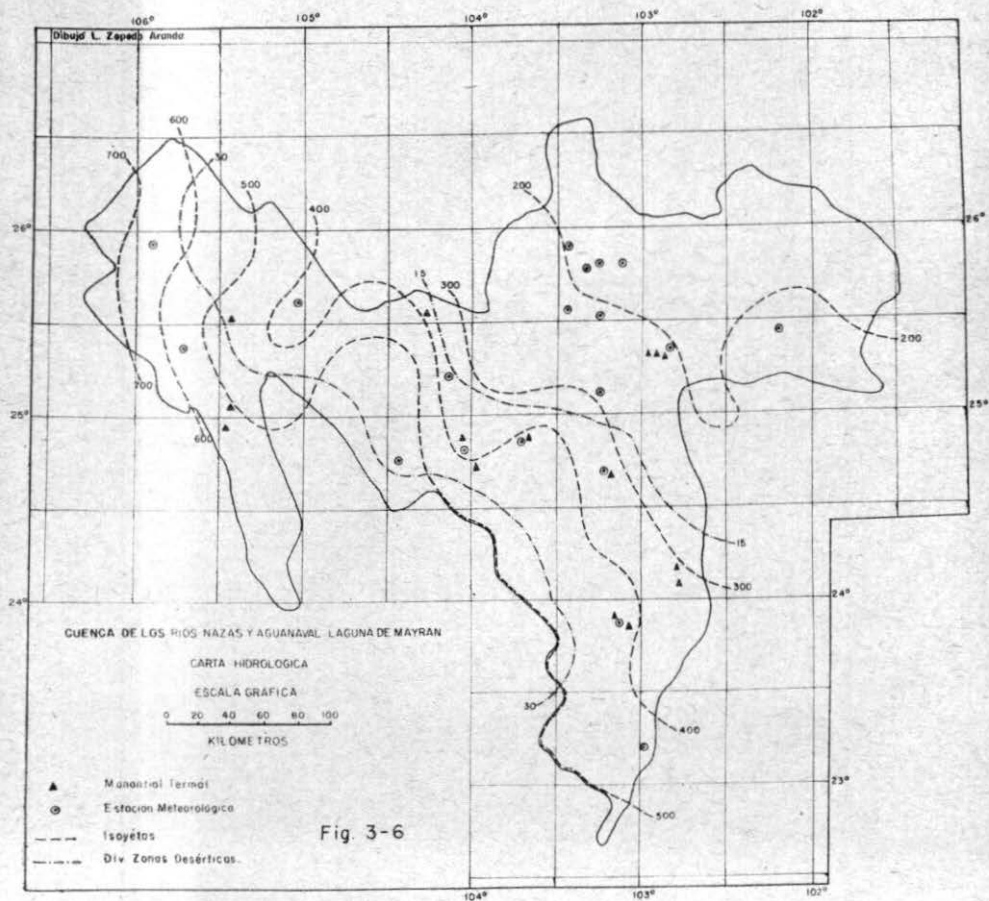
Los manantiales más importantes son los termales del Municipio de Viesca, Bilbao (21), Corral de Piedras, El Túnel, Ojo Azul, Piedra Parada y Baños de Murillo. Este grupo de manantiales es indicativo del nivel piezométrico regional, extensivo a las planicies de Torreón, Tlahualilo y Mayrán. Fig. 3-6.

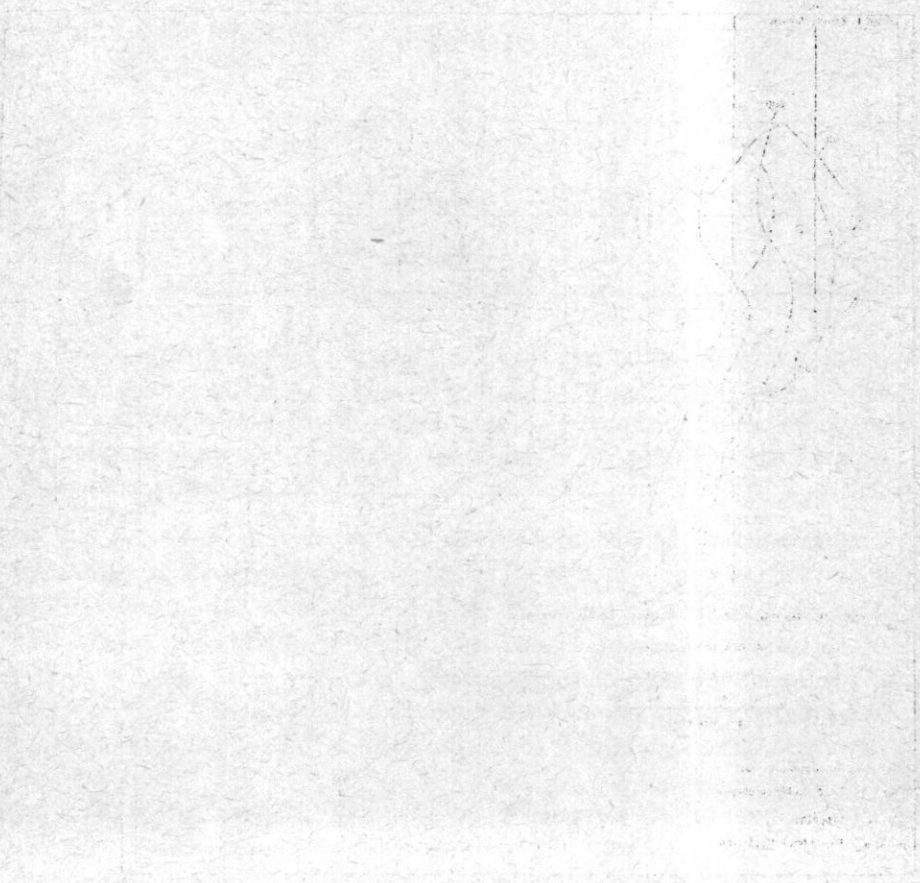
Pozos.—Muy numerosos son éstos en la cuenca, particularmente en los alrededores de Torreón, Gómez Palacio, Matamoros, Sacramento, Concordia, Horizonte y Tlahualilo. La zona baja de la cuenca, en esta región, ha sufrido sobrebombeo, con el general descenso de los niveles piezométricos y el consiguiente perjuicio para los usuarios. La Secretaría de Recursos Hidráulicos estableció una veda y, seguramente, seguirá con un control racional de la explotación del agua subterránea.

El autor no recorrió sino una pequeña parte de la cuenca y consigna los pocos datos recogidos durante sus itinerarios, así como los proporcionados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Infiltración.—Las cuantías varían de 0.38 en la cuenca de Viesca, con una precipitación de 202 mm., a 7.20 en la cuenca de El Oro, con una precipitación de 647 mm. El 50.3 por ciento de la infiltración se realiza en las rocas efusivas de las montañas, cuya superficie es del 34.2% de la cuenca. La siguiente infiltración importante,

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO





UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

Tabla Núm. 17
POZOS — CUENCA DE MAYRAN

Localidad	Altura Mts.	Tem, Agua Grados C.	Temp, media anual	Prof. al nivel del agua m.	Prof. al fondo m.	Dist. en Kms.	Rumbo	Situación
CIUDAD LERDO, DGO.								
Noria 1 del Valle	1142	22°	21°3	16	60	2.0	N45°E	1
GOMEZ PALACIO, DGO.								
Santa Rosa N° 2	1141	22°	21°5	13.7	76.2	3.0	S58 E	1
Terriza N° 2	1141	22°	21°5	11.4	—	3.0	S72°E	1
Las Huertas N° 1	1141	22°	21°5	10.4	14.6	3.7	N80°E	1
El Vergel N° 6	1131	23°	21°5	6.0	60.0	7.1	N 5°W	1
Berlín	1100	28°5	22°	Artesiano	80.0	30.0	N16°W	1
La Jarita	1104	30°	22°	1.5	—	36.5	N12°W	1
TORREON, COAH.								
Allende y Rodríguez	1127	23°	22°	13.5	110.7	En la ciudad		1
Múzquiz	1128	23°	22°	14.0	110.7	En la ciudad		1
Hidalgo y Calle 13	1124	22°	22°	10.0	108.3	En la ciudad		1
El Tajito N° 1	1120	23°	22°	9.6	—	1.7	N 8°E	1
San Agustín N° 6	1120	23°	22°	9.6	90.0	6.5	N49°E	1
San Agustín N° 7	1120	23°	22°	9.6	100.0	7.2	N49°E	1
Ana N° 4	1122	23°	22°	7.0	100.0	8.8	N44°E	1
La Rosita N° 1	1117	22°5	22°	13.5	33.0	6.0	S71°E	1
Colonia Vicente Guerrero	1135	22°	22°	19.6	20.0	2.2	S30°E	1
Campo de Aviación	1120	22°	22°	7.6	8.0	4.0	S45°E	1
Loreto	1124	22°	22°	16.8	17.5	9.0	S40°E	1

TABLA NÚM. 17 (Continuación)
POZOS — CUENCA DE MAYRAN

Localidad	Altura Mts.	Tem, Agua Grados C.	Temp, media anual	Prof. al nivel del agua m.	Prof. al fondo m.	Dist. en Kms.	Rumbo	Situación
SAN PEDRO DE LAS COLONIAS								
San Antonio N° 3	1095	25°	17°	14.0	—	11.0	N66°W	1
La Luz N° 1	1090	23°	17°	14.0	—	4.6	S73°E	1
El Oasis	1107	29°	20°	7.0	10.30	16.2	S74°W	3
El Calero	1107	19°	20°	6.8	7.3	15.0	S68°W	3
El Papalote	1109	19°	20°	6.8	6.85	13.8	S67°W	3
Santa Eulalia	1102	18°2	20°	3.0	3.5	12.4	S57°W	3
La Sierrita	1102	18°2	20°	4.5	5.0	14.2	S57°W	3
El Burro	1109	24°	20°	7.0	7.6	10.8	S38°W	2
San Patricio	1088	—	20°	Artesiano	552.0	16.0	S27°E	1
San Patricio	1088	20°	20°	4.6	8.6	16.0	S39°E	1
MATAMOROS								
Nicandro Valenzuela	1120	28°	22°	22.9	152.5	En la ciudad		1
VIESCA								
El Pozo	1100	29°	20°	Artesiano	—	21.0	W	3

TABLA NÚM. 17 (Conclusión)
POZOS — CUENCA DE MAYRAN

Localidad.	Altura. Mts.	Profundidad nivel agua m.	Profundidad al fondo m.	Situación
PARRAS, COAHUILA				
Lobatón.	1,552	15.00	17.2	1
Escuela Secundaria.	1,528	4.50	6.0	1
San Lorenzo.	1,392	14.00	14.5	1
" "	1,388	6.30	7.5	1
Santa Ana.	1,362	10.00	100.0	1
La Zorra.	1,345	2.20	3.2	1
Molino.	1,267	17.80	50.0	1
Paila.	1,198	16.20	16.8	1
Paila.	1,201	20.20	23.5	1
San Carlos.	1,228	16.80	85.0	1
Perla del Carmen.	1,204	15.20	60.00	1
Lote No. 1 M.	1,107	16.20	91.44	1
" " 3 M.		17.10	99.80	1
" " 4 M.	1,128	16.15	91.44	1
" " 6 M.		19.80	91.44	1
" " 7 M.		20.70	91.44	1
" " 10 M.	1,136	22.20	91.44	1
" " 1 J.		19.80	91.44	1
" " 3 J.		19.80	91.44	1

Localidad.	Altura Mts.	Tempe- ratura agua. °C	Profun- didad nivel agua m.	Profun- didad al fondo. m.	Dist. en Kms.	Rumbo	Situación
PARRAS, COAHUILA							
Lobatón.	1552	21°0	15.0	17.2	1.9	S70W	1
Escuela Secundaria	1528	21°0	4.5	6.0	0.2	W	1
Abrevadero.	1677	15°0	15.5	16.5	15.0	S78E	1
Los Hoyos.	1700	18°0	18.0	44.0	21.6	S80W	1
Paila.	1201	21°0	20.2	23.5	23.2	N11°E	1
Perla del Carmen.	1204	23°0	15.2	60.0	36.0	N55E	1
San Nicolás 3.	1625	21°0	22.0	65.5	22.0	N74E	1
" " 2.	1645	21°0	27.7	84.0	20.3	N83E	1
San José Patalagaña 1.	1701	21°0	17.3	61.0	34.0	S75E	1
Santa Ana.	1362	22°0	10.0	100.0	8.4	N12E	1

es la de las planicies, con tierras de labor y sedimentos arcillo-arenosos, con el 32.8%, siendo la superficie del 41.4% de la total. En las rocas calizas del Cretácico y formaciones anteriores, se realiza el 16.9% de la infiltración, siendo esta, predominante, en la cuenca del Aguanaval.

Recursos acuíferos.—Sabido es que el agua infiltrada se distribuye en agua de percolación o que circula en las formaciones geológicas permeables, formando acuíferos y agua no percolable, que substituye el agua hidrosférica que emerge, por capilaridad, nuevamente a la superficie, alimenta las plantas interviniendo en procesos de evapotranspiración y es consumida en reacciones químicas.

Es evidente que en determinada obra hidráulica, no podría extraerse toda el agua de percolación de la cuenca, por más bien localizada que dicha obra esté, o sea cuando, teóricamente, toda el agua subterránea deba concurrir a ese lugar, por ser el más bajo y estar situado en la arteria fluvial principal; pues en cualquier circunstancia, existen acuíferos independientes, unos de otros, formando grupos o sistemas aislados o mal comunicados y, además, la zona de influencia de una obra en un acuífero o sistema de acuíferos, está limitada por la disminución del gradiente hidráulico, que llega a ser cero. Es por esta razón que algunos autores, basándose en datos estadísticos, recomiendan que se considere captable, no en una obra, sino en todas las prácticamente posibles en una cuenca, la quinta parte del agua que se calcula como de infiltración. Esta estimación resultó apropiada en la cuenca del Lerma (48) donde se calculó que la infiltración es de 7.5 m^3 y, después, se captó por medio de pozos y galerías, en las obras del Lerma, para dotar de aguas potables a la ciudad de México 1.4 m^3 por segundo. (15).

El autor de este trabajo, ha desarrollado varias fórmulas, habiéndolas aplicado con anterioridad en esta misma cuenca (40 p. 381) y aquí, en las cuencas de Casas Grandes y Conchos. Revisando los cálculos de 1953, ahora con más datos de esta cuenca, se nota que el valor de q no es el mismo. Era de 2.59 lps./Km^2 y ahora resulta de 1.77 . Repitiendo los cálculos se obtiene $Q = 28.7$.

Si se hubiera hecho una estimación de los volúmenes extraídos desde 1934, año en que se estimó que se mantenía el equilibrio aportación-demanda (49) a la fecha, se tendría una comprobación de la fórmula en coeficientes más cercanos a los verdaderos.

TABLA NÚM. 18
PRECIPITACION-ESCURRIMIENTO-INFILTRACION-EVAPORACION
CUENCA DE MAYRAN

	Precipitación			Esgurrimiento			Infiltración			Evaporación
	Superficie K2.	Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	Coefficiente
Cuenca de El Oro.										
Efusivas Tepehuanes	283	514.2	4.61	0.69	2.45	15.0	0.80	2.83	17.4	67.6
„ Guanaceví	3807	647.3	78.12	13.28	3.50	17.0	20.38	5.36	26.1	56.9
„ La Raposa	1019	457.0	14.76	1.92	1.88	13.0	1.57	1.55	10.7	76.3
„ Palmito	477	391.6	5.92	0.59	1.24	10.0	0.61	1.29	10.4	79.6
Cuaternario Guanaceví	899	647.3	18.45	1.48	1.64	8.0	6.47	7.20	35.1	56.9
„ La Raposa	916	457.0	13.27	0.66	0.72	5.0	3.81	4.15	28.7	76.3
„ Palmito	796	301.6	7.61	0.38	0.62	5.0	1.17	1.91	15.4	79.6
	8197			19.00			34.81			
Cuenca Tepehuanes.										
Efusivas Tepehuanes	3124	514.2	50.92	6.62	2.12	13.0	9.88	3.16	19.4	67.6
„ Guanaceví	989	647.3	20.29	3.04	3.08	15.0	5.54	5.60	27.3	56.9
Cuaternario Tepehuanes	441	514.2	7.19	1.22	2.77	17.0	1.11	2.51	15.4	67.6
	4554			10.88			16.53			
Cuenca del Ramos.										
Efusivas Santiago	248	491.8	3.87	0.58	2.34	15.0	0.51	2.04	13.1	71.9
„ Tepehuanes	804	514.2	13.10	1.96	2.45	15.0	2.15	2.67	16.4	67.6
„ Guanaceví	82	647.3	1.68	0.28	3.50	17.0	0.44	5.36	26.1	56.9
„ Palmito	910	391.6	11.29	1.47	1.61	13.0	0.83	0.92	7.4	79.6
Cuaternario Santiago	211	491.8	3.29	0.33	1.56	10.0	0.59	2.82	18.1	71.9
„ Tepehuanes	252	514.2	4.11	0.41	1.63	10.0	0.88	3.49	21.4	67.6
„ Palmito	754	391.6	9.36	0.47	0.62	5.0	1.44	1.91	15.4	79.6
	3261			5.50			6.84			

TABLA NÚM. 18
PRECIPITACION-ESCURRIMIENTO-INFILTRACION-EVAPORACION
CUENCA DE MAYRAN

(Continuación)

	Precipitación			Esgurrimiento			Infiltración			Evaporación
	Superficie K2.	Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	Coefficiente
Cuenca Santiago.										
Efusivas Santiago	989	491.8	15.42	2.31	2.34	15.0	2.02	2.04	13.1	71.9
" El Bacio	1067	757.7	25.63	5.13	4.80	20.0	3.87	3.63	15.1	64.9
" Durango	1172	468.6	17.40	2.61	2.23	15.0	2.07	1.63	11.0	73.1
Cuaternario Santiago	847	491.8	13.20	1.06	1.25	8.0	2.65	3.13	20.1	71.9
" El Bacio	52	757.7	1.25	0.12	2.40	10.0	0.31	6.03	25.1	64.9
" Durango	53	468.6	0.79	0.06	1.19	8.0	0.14	2.69	18.1	73.9
	4180			11.29			11.06			
Cuenca San Juan.										
Efusivas El Rodeo	96	291.3	0.89	0.10	1.04	11.5	0.07	0.73	8.0	80.5
" San Juan	1597	443.8	22.47	2.70	1.69	12.0	2.24	1.40	10.0	78.0
" Guatimape	150	517.0	2.46	0.37	2.46	15.0	0.32	2.14	12.0	73.0
Cuaternario El Rodeo	136	291.3	1.38	0.14	1.03	10.0	0.12	0.88	9.0	81.0
" San Juan	305	443.8	4.29	0.64	2.11	15.0	0.43	1.41	10.0	75.0
	2284			1.95			3.18			
Cuenca Covadonga.										
Efusivas San Juan	325	443.8	4.57	0.62	1.91	13.6	0.46	1.41	10.0	76.0
" Nazas	1356	317.9	13.61	1.00	0.75	7.4	1.09	0.91	8.0	84.6
" Cuencamé	285	419.7	3.79	0.43	1.52	11.4	0.38	1.33	10.0	78.6
Cuaternario Nazas	850	317.9	8.57	0.29	0.34	3.4	1.03	1.21	12.0	84.6
	2816			2.34			2.96			
Cuenca Cuencamé										
Efusivas Nazas	47	317.9	0.47	0.03	0.75	7.4	0.04	0.81	8.0	84.6
" Cuencamé	513	419.7	6.82	0.78	1.52	11.4	0.68	1.33	10.0	78.6
" Cretácico Nazas	44	317.9	0.44	0.01	0.34	3.4	0.05	1.21	12.0	84.6
" Cuencamé	369	419.7	4.91	0.46	1.25	3.4	0.59	1.60	12.0	78.6
Cuaternario Nazas	803	317.9	8.09	0.19	0.24	2.4	1.05	1.31	13.0	84.6
" Cuencamé	810	419.7	10.77	0.47	0.59	4.4	1.61	2.00	15.0	78.6
	2586			1.94			4.02			

TABLA NÚM. 18

(Continuación)

PRECIPITACION-ESCURRIMIENTO-INFILTRACION-EVAPORACION
CUENCA DE MAYRAN

	Precipitación			Esgurrimiento			Infiltración			Evaporación
	Superficie K2.	Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	Coefficiente
Cuenca Nazas.										
Paleozoico Torreón	186	248.3	1.46	0.07	0.39	5.0	0.10	0.55	7.0	88.0
Jurásico El Rodeo	83	291.3	0.77	0.09	1.06	11.5	0.06	0.74	8.0	80.5
" Parras	18	348.3	0.20	0.02	1.24	11.2	0.02	0.99	9.0	79.8
Cretácico inf. El Rodeo	241	391.5	2.22	0.03	0.14	11.5	0.40	1.66	18.0	80.5
" " Nazas	811	317.9	8.17	0.60	0.75	7.4	0.65	0.81	8.0	84.6
" " La Flor	70	241.8	0.54	0.02	0.34	4.4	0.04	0.54	7.0	88.6
" " Torreón	1824	248.3	14.35	0.72	0.39	5.0	1.00	0.55	7.0	88.0
" " Cuencamé	76	419.7	1.01	0.13	1.65	12.4	0.09	1.20	9.0	78.6
Cretácico sup. El Rodeo	29	291.5	0.27	0.30	1.06	11.5	0.20	0.74	8.0	80.5
" " Torreón	80	248.3	0.63	0.30	0.39	5.0	0.44	0.55	7.0	88.0
" " Parras	236	348.3	2.60	0.29	1.24	11.2	0.23	0.99	9.0	79.8
Efusivas Palmito	725	391.6	9.00	0.94	1.29	10.4	0.90	1.24	10.0	79.6
" El Rodeo	1451	291.3	13.39	1.54	1.06	11.5	1.07	0.74	8.0	80.5
" San Juan	42	443.8	0.59	0.08	1.91	13.6	0.06	1.41	10.0	76.4
" Nazas	297	317.9	2.99	0.22	0.75	7.4	0.24	0.81	8.0	84.6
" Guatimapé	189	517.0	3.10	0.66	3.49	21.3	0.37	1.97	12.0	66.7
" Torreón	43	248.3	0.34	0.02	0.47	6.0	0.20	0.47	6.0	88.0
Cuaternario El Palmito	920	391.6	11.42	1.19	1.29	10.4	1.11	1.24	10.0	79.6
" El Rodeo	1474	291.3	13.60	1.43	0.97	10.5	1.22	0.83	9.0	80.5
" Nazas	1850	317.9	18.65	1.19	0.65	6.4	1.68	0.91	9.0	84.6
" Torreón	2433	248.3	19.15	0.32	0.16	2.0	1.92	0.79	10.0	88.0
" Parras	628	348.3	6.93	0.29	0.46	4.2	1.11	1.77	16.0	79.8
" Viesca	406	202.4	2.60	0.04	0.10	1.6	0.21	0.51	8.0	90.4
	14112			10.49			13.32			

TABLA NÚM. 18 (Continuación)
 PRECIPITACION-ESCURRIMIENTO-INFILTRACION-EVAPORACION
 CUENCA DE MAYRAN

	Precipitación			Escurrimiento			Infiltración			Evaporación
	Superficie K2.	Altura m.	m.c.s.	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	m.c.s.	Cuántia	Coefficiente	Coefficiente
Cuenca Aguanaval.										
Jurásico San Bartolo	168	381.4	2.03	0.20	1.21	10.0	0.22	1.32	10.9	79.1
„ La Flor	221	241.8	1.69	0.12	0.54	7.0	0.07	0.34	4.4	88.6
Cretácico inf. Fresnillo	239	400.0	3.03	0.30	1.27	10.0	0.43	1.79	14.1	75.9
„ „ Sombrerete	789	709.0	17.74	2.84	3.60	16.0	4.91	6.23	27.7	56.3
„ „ Río Grande	4895	406.7	63.15	6.31	1.29	10.0	7.64	1.56	12.1	77.9
„ „ San Bartolo	836	381.4	10.10	1.01	1.21	10.0	1.10	1.32	10.9	79.1
„ „ Cuencamé	328	419.7	4.36	0.39	1.20	9.0	0.54	1.65	12.4	78.6
„ „ La Flor	1562	241.8	11.96	1.08	0.69	9.0	0.29	0.18	2.4	88.6
„ „ Torreón	371	248.3	2.92	0.20	0.55	7.0	0.15	0.39	5.0	88.0
Cretácico sup. Río Grande	105	406.7	1.35	0.13	1.29	10.0	0.14	1.30	10.1	77.9
„ „ San Bartolo	132	381.4	1.60	0.16	1.21	10.0	0.17	1.32	10.9	79.1
Efusivas Sombrerete	979	709.0	22.00	3.30	3.37	15.0	6.31	6.45	28.7	56.3
„ Río Grande	521	406.7	6.72	0.67	1.29	10.0	0.75	1.43	11.1	77.9
„ San Bartolo	1686	381.4	20.38	2.04	1.21	10.0	2.22	1.32	10.9	79.1
„ Cuencamé	523	419.7	6.95	0.76	1.46	11.0	0.72	1.38	10.4	78.6
„ Fresnillo	1927	400.0	24.43	2.69	1.39	11.0	3.20	1.66	13.1	75.9
Cuaternario Fresnillo	1104	400.0	14.00	2.10	1.90	15.0	1.27	1.15	9.1	75.9
„ Río Grande	1350	406.7	17.41	2.61	1.94	15.0	1.24	0.92	7.1	77.9
„ San Bartolo	4075	381.4	49.27	8.13	1.69	14.0	4.64	0.83	6.9	79.1
„ Cuencamé	10	419.7	0.13	0.02	2.13	16.0	0.01	0.72	5.4	78.6
„ La Flor	768	241.8	5.88	0.49	0.64	8.4	0.18	0.23	3.0	88.6
„ Torreón	1419	248.3	11.17	1.01	0.71	9.0	0.34	0.24	3.0	88.0
	24008			36.56			36.54			

TABLA NÚM. 18 (Conclusión)
AGUAS SUBTERRANEAS EN LAS FORMACIONES GEOLOGICAS

	Cuaternario	Efusivas	Cretácico sup.	Cretácico inf.	Jurásico	Paleozoico
El Oro	11.45	23.36				
Tepehuanes	1.11	15.42				
Ramos	2.91	3.93				
Santiago	3.10	7.96				
San Juan	0.55	2.63				
Covadonga	1.03	1.93				
Cuencamé	2.66	0.72		0.64		
Nazas	7.25	2.88	0.87	2.18	0.08	0.10
Aguanaval	7.68	13.20	0.31	15.06	0.29	
Tlahuelilo	2.25	0.02	0.04	0.18		
Parras	5.03		1.30	1.76	0.01	
Arroyo Viesca	1.95		0.66	0.59		
	46.97	72.05	3.18	20.41	0.38	0.10 = 143.09/80645 = 1.774 ltr. seg. K ²
	32.8 %	50.3 %	2.2 %	14.3 %	0.3 %	0.1 %

La tabla 18 contiene los datos de precipitación, escurrimiento, infiltración y evaporación de las subcuencas principales, dando las cantidades de agua en m.³/seg., las cuantías y coeficiente.

VALLE SALADO

Manifestaciones acuíferas.—Los datos de manantiales figuran en la tabla Núm. 19, formada, principalmente, por la información recogida en las expediciones de los señores Ingenieros Vicente Gálvez, Apolinar Hernández, Maximino Alcalá y el autor (28,45 a 47).

Puede verse que la mayoría de los manantiales son lécmicos, o sea, locales, de afloramiento del acuífero en su perfil superior, en el lugar de la emergencia. La mayoría son de niveles superiores al de las planicies del fondo de las cuencas.

Respecto a manantiales, se hace constar, que de acuerdo con la clasificación propuesta (41), se desarticulan del grupo, aquellas emergencias acuíferas de aguas estancadas, es decir, sin derrame o corriente superficial. Estas emergencias, no productivas, se han agrupado bajo la denominación genérica de "pozas", "static springs" o "sources estatiques".

En la cuenca de Moctezuma, los manantiales de San Diego y Charco Azul, revelan la existencia de aguas cautivas, mientras que en la cuenca de Matehuala, el manantial de San Juan Vanegas, sugiere aguas lágvicas, o sean, impulsadas por vapores.

En la región, existe un gran número de pozos poco profundos, que aprovechan aguas freáticas, con capacidades de 0.04 a 0.06 lps. Pozos de mayor producción se encuentran en las cuencas de Matehuala, Moctezuma e Iturbide Fig. 3-7.

En las publicaciones que se han citado, aparecen datos de pozos que se incluyen en la tabla Núm. 20, adicionándolos y completándolos. Puede verse que el perfil b es concorde con el "a" y que la mayoría de los pozos son poco profundos (menos de 30 m.) aunque poco productivos. Las mayores profundidades corresponden a las mayores alturas sobre el fondo de las cuencas y a localizaciones cercanas a las parteaguas entre cuencas disímbolas o de características diferentes, en cuanto a drenaje y altitud de sus fondos.

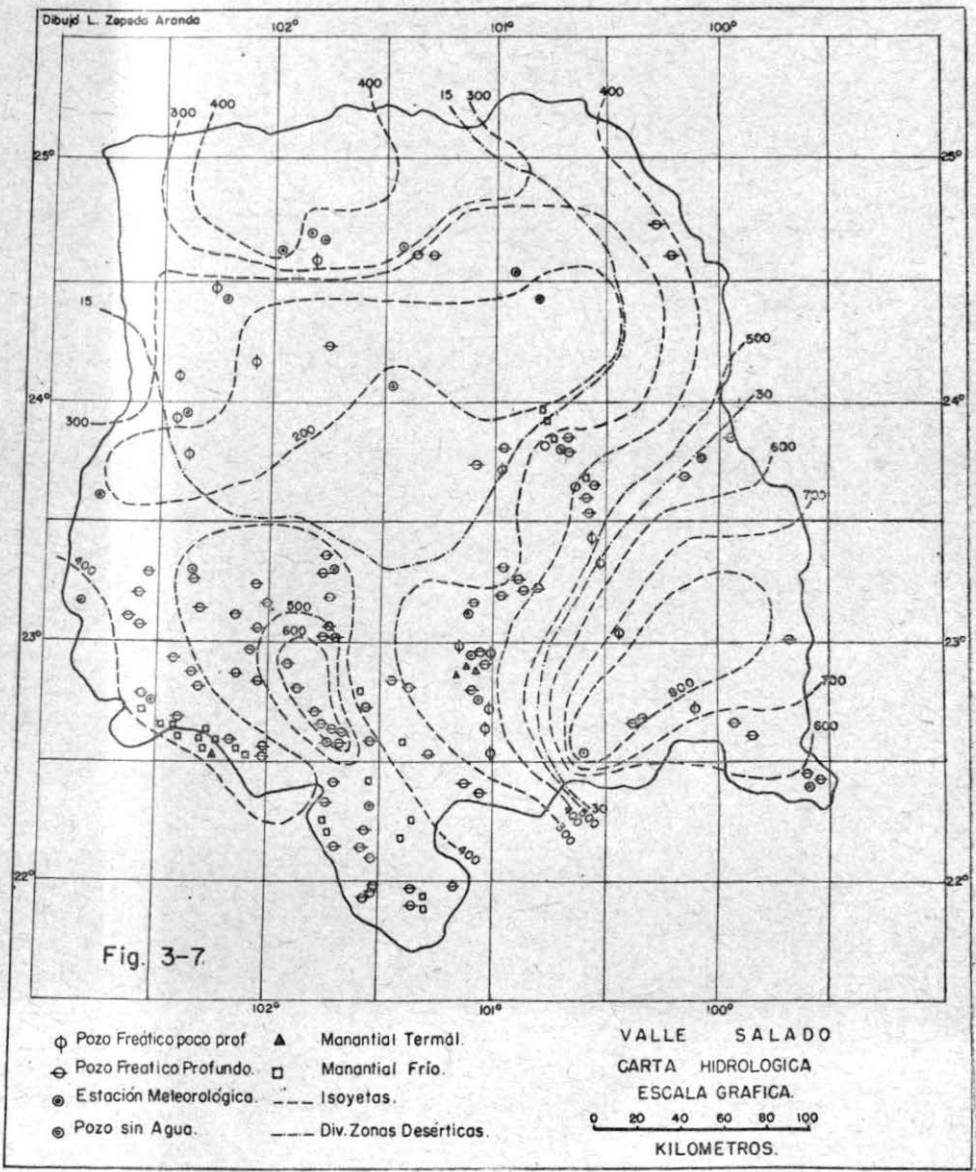
Infiltración.—Los coeficientes son bastante bajos y, con ellos, las cuantías y los aportes. La tabla 21 contiene los datos de infiltración de las cuencas, pudiéndose señalar, como las más importantes, las de Matehuala, Dr. Arroyo, Moctezuma y Tula.

Recursos acuíferos.—Los pozos, como puede notarse al examinar la columna c de la tabla 20, que indica la capacidad específica que expresa los litros por segundo que se extraen por metro de abatimiento, son de una productividad casi nula, con excepción de unos cuantos de baja capacidad.

Particularmente en el caso del pozo del Devisadero, de Pozo Hondo (23.10-102.55) la productividad es bajísima, puesto que teniendo 100 m. de profundidad y abatiendo el nivel del agua 40 m., se agotó el agua en tres horas, con un gasto de 40 lps., dando una E de 5 y una C de 0.125. Esa productividad está en completo desacuerdo con la permeabilidad de las rocas del subsuelo, que son calizas cavernosas y con la capacidad total de la cuenca, de alrededor de 5000 lps., debiéndose introducir un nuevo factor, que el autor propone se denomine "conductividad", la que depende de las estructuras que afectan la percolación; pues a pesar de la alta permeabilidad, la intervención de anticlinales múltiples, limita la circulación del agua a cada sinclinal, comprendido entre los primeros, formando una zona muy restringida de influencia en el bombeo, produciéndose zonas estériles en los anticlinales.

Los aportes en cada cuenca están dados en la tabla Núm. 21.

HIDROGEOLOGÍA DE LAS REGIONES DESÉRTICAS DE MÉXICO



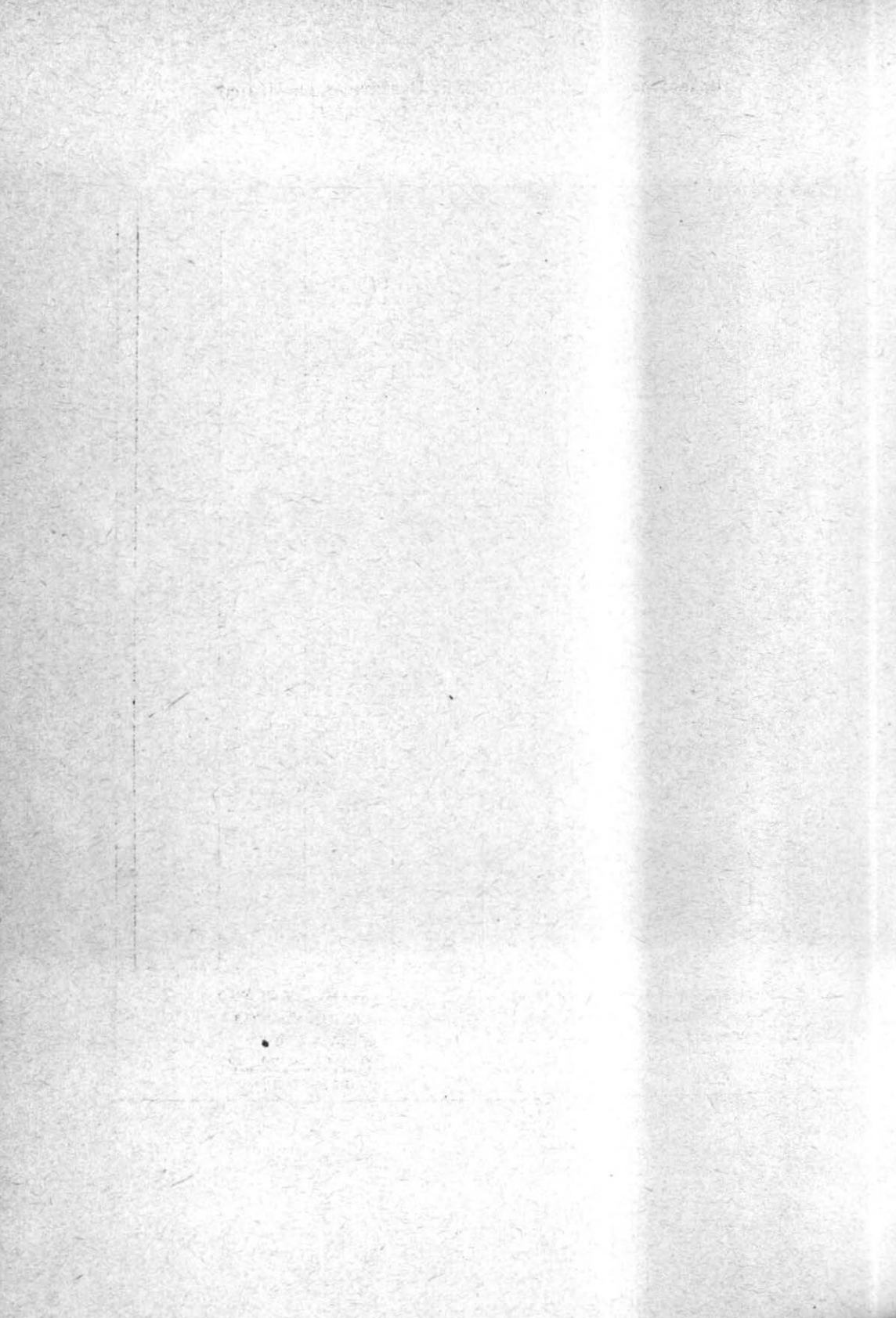


TABLA NÚM. 19
 MANANTIALES
 VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre.	Altura m.	Temp. agua. °C	Gasto hidráulico. Lt.p.s.	Dist. Km.	Rumbo	Clasificación.	Situación
SAN PEDRO DE OCAMP.							
San Miguel.	1650	24	1	59	N78W	Léscico	14
MAZAPIL							
Cedros.	1951	20	—	23	N80W	Lécmico	23
CONCEPCION DEL ORO							
Promontorio	2350	20	—	0.3	W	Lébcico	24
CAMACHO							
El Taray.	1981	22	—	23	N50E	Rásico	32
FELIPE PESCADOR							
Ahorcados.	1779		—	61	N43E	Léscico	13
FRESNILLO							
Santa Cruz.	1658	23	16	27	W	Rásico	2
VILLA DE COZ							
El Tulillo.	2043	20	—	14	SW	Récmico	10
El Baño.	2040	20	—	14	SW	Récmico	12
El Pardo.	1790	21.6	0.6	19.5	S5E	Récmico	12
ZACATECAS							
Cieneguilla.				15	WSW	Récmico	12
GUADALUPE							
Tolosa.	2223	24	1.0	13.0	S50W	Lécmico	23
Mezquitillos.	2250	24	0.3	3.0	S	Lécmico	24
Oliva.	2240	24	0.8	5.0	S10E	Lécmico	24
La Cieneguita	2240	24	0.7	5.0	S	Lécmico	20
Tinaja Tepetate.	2537	18	1.0	5.0	S75W	Lécmico	20

TABLA NÚM. 19 (Continuación)
 MANANTIALES
 VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre.	Altura m.	Temp. agua. °C	Gasto hidráulico. Lt.p.s.	Dist. Km.	Rumbo	Clasificación.	Situación
NORIA DE ANGELES							
Restauradora.	2176	20	0.1	0.3	N20E	Récmico	
VILLA HIDALGO (STA. RITA)							
El Cuate.	2140	20	3.0	0.1	W	Récmico	10
PINOS							
El Hervidor.	2180	22	7	14.0	N3E	Lécmico	23
Espíritu Santo.	1995	28.5		34.0	N24E	Récmico	23
Ojo Zarco.	2610	22		0.8	N23E		
La Boquilla.	2130	21	3	22.3	S69E	Lécmico	
La Virgen.	2580	23	1	2.2	N84E		
Cieneguita de Llano Grande.	2335	22	0.1	3.3	S52E	Lécmico	14
Los Paisanos.	2205	20	0.2	24.0	S45E	Lécbico	
Las Caballerizas.	2480	20	0.1	26.2	S50W	Lécmico	
Rincón del Lobo.	2340	21	3.0	25.2	S60W	Lécmico	
CEDRAL (100.40-23.48)							
La Punta.	1766	21.5	3.0	19.0	N61W	Récmico	24
VANEGAS (100.51-23.50)							
San Juan.	1735	30	1.5	0.4	E	Rásico	10
MATEHUALA (100.38-23.38)							
Villa de Guadalupe.	1581	22	4.0	3.0	NW	Récmico	10
CHARCAS (101.06-23.10)							
Charcas.	2045	21	1.0	1	—	Récmico	10
VENADO (101.04-22.56)							
Venado.	1835	23	18.0	2	N	Récbico	13
San Diego.	1758	30	12.0	3	SE	Rásico	13

TABLA NÚM. 19 (Continuación)

MANANTIALES

VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre.	Altura m.	Temp. agua. °C	Gasto hidráulico. Lt.p.s.	Dist. Km.	Rumbo	Clasifi- cación.	Situación
	RAMOS (101.54-22.45)						
Ojo de Agua.	2210	22		0.2	E	Lécmico	13
	SALINAS (101.43-22.35)						
Santa María.	2075	23	7.0	19	NE	Récmico	14
	MOCTEZUMA (101.05-22.40)						
Charco Azul.	1670	24	12.0	3	W	Rásico	10
	AHUALULCO (101.13-22.43)						
La Providencia.	1865	22	5.0	2	S	Lécmico	12

TABLA NÚM. 20
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

(Símbolos al final de la tabla)

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
MAZAPIL (24.39-101.33)									
24.30-102.30									
San Jerónimo.	29.5	55.0	2040	50.0	70.0	22	30	0.002	0.03
Saltillo.	45.0	44.0	2030	40.0	60.0	22	17	0.003	0.02
Matamoros.	43.0	38.0	2015	30.8	41.2	21	17	0.003	0.02
Coapas.	35.0	32.0	1973	2.7	8.0	19	20	0.002	0.01
San Rafael.	39.0	10.0	1993	11.6	23.5	19	10	0.002	0.01
24.00-102.30									
Providencia.	29.5	49.5	1800	16.5	20.0	20	10	0.002	0.04
Gruñidora W.	43.0	20.0	1850	60.0	65.0	21	10	—	—
23.30-102.30									
El Refugio.	50.0	52.5	2115	38.3	42.0	20	20	0.003	0.02
Santa Rita.	45.5	40.0	2090	16.4	19.3	19	25	0.003	0.02
24.30-102.00									
Cedros.	22.0	21.0	1831	4.0	4.5	19	10	0.050	0.07
Tecolotes.	4.0	14.0	1815	17.2	19.2	19	20	0.003	0.01
24.00-102.00									
Candelaria.	9.0	52.0	1994	12.0	23.0	19	10	0.002	0.01
Sábana Grande.	25.5	54.5	1880	15.0	17.0	19	10	0.002	0.02
El Cardito.	15.0	40.0	1874	11.0	69.0	19	10	0.003	0.02
El Rosario.	41.5	40.0	1928	20.0	33.0	19	10	0.005	0.03
Presita.	46.5	27.5	1900	0.6	5.7	18	17	0.020	0.02
Gruñidora.	6.5	23.5	1806	4.7	5.5	18	10	0.030	0.02
Calabazal.	26.5	20.5	1799	6.8	9.5	18	10	0.002	0.02
San Tiburcio.	41.5	16.0	1848	4.3	7.5	17	20	0.002	0.02
San Buenaventura.	45.5	14.0	1840	4.15	8.7	17	20	0.002	0.02
23.30-102.00									
Cardona.	31.0	45.0	2088	12.7	17.5	18	10	0.002	0.02
Norina.	2.0	35.0	1969	1.7	9.0	18	10	0.002	0.02

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
24.00-101.30									
La Pardita.	10.5	22.5	1852	8.2	38.0	18	20	0.002	0.02
Tanque de Guadalupe	26.0	3.0	1842	1.0	5.0	18	25	0.006	0.02
23.30-101.30									
Tanquecillo	17.5	52.0	1902	1.0	5.0	18	20	0.006	0.03
SAN PEDRO OCAMPO (24.51-101.39)									
24.30-102.00									
San Pedro Ocampo.	35.0	38.5	1950	3.0	11.0	19	24	0.070	0.04
CONCEPCIÓN DEL ORO (24.36-101.25)									
24.30-101.30									
Avalos.	6.5	27.0	1656	13.5	21.0	19	20	0.090	0.05
Margarita.	12.5	20.5	1869	17.0	30.0	17	25	0.010	0.04
San José del Arenal.	12.5	18.0	1970	10.2	12.0	18	10	0.002	0.02
Concepción.	7.5	15.0	2100	16.4	24.0	18.5	10	0.002	0.02
Ciénega de Rocamontes.	27.5	20.5	1580	16.6	17.2	19	10	0.002	0.02
Guadalupe Garcerón.	30.5	15.0	1550	15.0	15.5	18	10	0.002	0.02
24.00-101.30									
El Tapado.	8.0	52.5	1797	13.5	26.5	18	10	0.003	0.02
Agua Dulce.	44.5	52.5	1931	6.0	10.0	18	10	0.003	0.02
Salitre.	47.0	47.5	1790	3.5	4.5	18	10	0.002	0.02
San Eustaquio.	12.0	48.0	1770	9.1	12.0	18	10	0.002	0.04
Pozo Colorado.	12.0	44.5	1717	31.8	35.7	18	10	0.003	0.06
Palmitas.	23.5	41.0	1611	14.0	24.0	18	10	0.002	0.03
San Nicolás.	21.5	33.0	1699	23.25	25.0	18	10	0.002	0.02
RIO GRANDE (23.50-103.02)									
24.00-103.00									
Las Novas.	30.5	33.0	1767	5.4	8.6	18.5	20	0.004	0.02
Cerro Blanco.	39.0	5.5	2221	83.0	250.0	22	30	0.007	0.04
24.00-102.30									
Guzmán.	6.0	16.5					10	0.005	0.05
San Felipe.	10.0	2.5	1851	3.8	7.1	18	10	0.005	0.02
Pacheco.	7.0	1.0	1889	33.4	56.0	20	10	0.060	0.09
San Juan de Ahorcados.	14.5	3.0	1799	1.6	2.4	18	10	0.007	0.01

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
23.30-103.00									
Las Borregas.	45.5	50.0	2203	29.0	70	20	35	0.010	0.04
VILLA DE COZ (23.16-102.20)									
23.30-102.30									
Purísima.	17.0	43.5	1939	19.9	26.5	18	10	0.001	0.01
San Antonio Triana.	5.0	41.5	2103	30.0	65.0	19	10	0.002	0.02
Carrillo Puerto.	38.0	36.5	1922	5.2	11.0	18	10	0.002	0.04
El Salvador.	0.5	38.0	2190	40.0	65.0	20	20	0.003	0.03
Luis.	1.0	33.0	2002	18.0	37.0	19	20	0.004	0.04
La Colorada Est. F.C.	2.5	33.5	1957	30.0	35.0	20	20	0.015	0.06
Charquillos.	23.5	32.5	1854	1.7	10.0	18	17	0.006	0.02
Agua Nueva.	32.0	30.5	1918	6.5		18	10	0.006	0.03
San Eusebio.	30.0	26.5	1922	10.4	15.8	18	10	0.004	0.04
El Salto.	33.0	29.0	2110	17.8	51.0	19	10	0.003	0.03
Guadalupe (Hda.).	1.0	22.5	1926	2.0	—	18.5	10	0.100	0.08
San Julián.	26.0	21.0	2263	11.5	15.7	18	15	0.002	0.03
El Gallo.	37.0	25.0	2057	22.4	24.2	19	10	0.003	0.03
Tinajitas.	21.0	18.5	1970	5.0	17.0	18	20	0.004	0.03
Manganita.	20.0	15.5	1998	14.0	18.0	18.5	20	1.000	0.15
El Capirote.	33.0	16.5	2140	21.4	24.4	18.5	10	0.003	0.03
Mezquitillo.	4.5	13.0	1911	3.3	5.5	18	10	0.008	0.02
La Luz.	13.0	12.5	1957	22.0	26.0	18.5	17	0.006	0.02
Devisadero.	16.5	10.0	1973	13.5	100.0	22.5	27	0.005	0.04
San Hipólito.	17.0	6.0	1983	18.0	19.5	20	20	0.010	0.04
El Carmen.	14.5	3.0	1998	5.0	7	20	20	0.003	0.02
El Cuarto.	18.5	3.5	2005	24.0	31	20	20	0.004	0.02
Pozo Hondo (Hda.).	14.5	0.5	2000	13.0	18	20	20	0.004	0.03
Pozo Hondo (Laguna).	13.5	0.5	1992	1.8	5.3	18.5	16	0.003	0.03
23.30-102.00									
San Juan de Ulúa.	27.5	33.0	1947	2.3	6.6	18.5	10	0.002	0.02
Sartenejas.	25.5	19.5	2028	1.0	11.6	19.5	10	0.002	0.02
Dolores.	16.0	13.0	2085	12.7	21.1	18	10	0.002	0.02
Sierra Hermosa.	26.0	13.0	2113	—	25.4	18.5	20	0.002	0.02

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
23.00-102.30									
San José (Pozo Hondo).	16.0	45.0	2020	4.5	5.0	18.5	20	0.003	0.03
Cañas.	25.0	42.5	2037	1.0	7.0	18	10	0.002	0.02
San Blás.	16.0	45.0	2092	3.4	7.0	17	26	0.001	0.03
El Rucio.	42.5	42.5	2012	5.4	11.0	17	10	0.003	0.02
Charco Blanco.	2.5	33.0	2047	3.5	6.0	17	10	0.002	0.02
Villa de Cos.	15.0	32.0	1855	9.0	10.5	17	10	0.004	0.03
Villa de Cos.	16.0	32.5	1855	16.0	18.0		10	0.003	0.03
Refugio.	11.0	27.5	2059	4.5	10.0	17	10	0.002	0.02
Bañón.	2.5	20.0	1910	12.7	22.0	18	10	0.001	0.01
Chupadero.	17.5	17.0	1800	1.5	3.0	16	10	0.003	0.02
La Concepción.	23.0	17.5	1825	26.0	27.5	16.5	10	0.004	0.02
Chaparrosa.	15.0	7.5	1825	15.0	17.5	21.0	10	0.002	0.02
Garabato.	22.0	3.0	1850	24.8	26.4	22.0	16	0.005	0.04
22.30-102.30									
San Eusebio.	25.5	53.5	1922	13.0	14.0		15	0.006	0.04
FRESNILLO (23.10-102.53)									
23.30-103.00									
Cañitas Viejo.	30.0	14.5	2042	15.4	32.0	18	20	0.002	0.02
Felipe Pescador.	27.5	12.0	2007	8.0	12.3	18	20	0.060	0.08
Saucillo.	25.0	8.0	2050	1.3	7.4	18.5	10	0.003	0.03
La Quemada.	18.5	1.0	2060	5.8	7.2	18	10	0.002	0.02
23.00-103.00									
La Salada.	12.0	49.0							
Gutiérrez.	22.0	49.0	2087	34.4	51.6	18	10	0.003	0.01
San Antonio Tapias.	40.5	45.5	2072	2.0	3.2	17	10	0.002	0.02
El Mezquite.	39.5	35.5	2097	2.0	5.6	17.5	10	0.002	0.02
Chichimequillas.	42.0	27.5	2018	25.0	27.0	18	15	0.003	0.03
Santiago.	35.0	15.5	2100	16.0	20.0	18	15	0.004	0.02
Ojuelos.	29.0	9.0	2115	14.0	25.0	18	10	0.002	0.01
Toribio.	31.5	9.0	2120	26.0	28.0	18	10	0.003	0.04
CALERA (22.57-102.42)									
22.30-103.00									
Víctor Rosales.	30.0	49.0	2164	40.0	35.0	17	10	0.002	0.02
Calera Est.	34.0	51.5	2153	28.0	37.0	18	10	0.004	0.10

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
PANUCO (22.53-103.32)									
22.30-103.00									
Pozo Gamboa.	44.0	49.0	2250	5.4	9.7	17	10	0.002	0.02
VETA GRANDE (22.50-102.33)									
22.30-102.30									
Lampotal.	7.0	43.0	1950	13.0	12.5	20	10	0.002	0.02
La Era.	6.0	37.0	2050	22.5	23.5	21	10	0.003	0.02
Sauceda.	1.0	35.5	2310	2.0	6.0	20	42	0.001	0.02
GUADALUPE (22.45-102.31)									
22.30-102.30									
El Bordo.	8.5	44.0	1945	10.0	11.0	18	10	0.003	0.02
Casa Blanca.	18.5	41.0	1868	3.0	5.0	18	10	0.004	0.04
Tacualeche.	8.0	34.5	2100	8.0	9.0	20	15	0.002	0.03
Zoquite.	7.0	20.0		5.0	8.0	20	10	0.005	0.30
Santa Mónica.	7.0	29.0	2160	9.3	11.5	20	15	0.003	0.05
Vivero Forestal.	7.5	26.5	2189	8.0	11.0	18	10	0.300	3.50
San Isidro.	9.5	28.0	2210	6.2	7.5	20	17	0.002	0.03
Trancoso.	13.5	21.5	2210	5.0	8.0	17	15	0.002	0.02
Guadalupe.	2.0	28.0	2285	9.0	12.0	19	20	0.002	0.04
"	2.2	28.0	2283	6.0	8.0	19	20	0.002	0.02
" (Mercado).	2.0	27.9	2285	9.5	10.0	18	20	0.003	0.02
" Col. Osiris.	5.0	27.0	2190	12.0	12.2	18	20	0.002	0.02
" Morelos.	3.0	27.9	2220	9.5	16.5	18	20	0.001	0.01
" Arroyo Seco.	2.0	23.0	2216	5.0	6.0	18	20	0.001	0.01
Cieneguita.	0.5	21.0	2239	10.0	13.5	13	20	0.002	0.02
Est. Jerónimo.	1.0	16.5	2260	20.0	24.0	20	25	1.100	4.60
Las Cumbres.	0.5	20.0	2410	6.0	7.0	19	20	0.003	0.03
LA BLANCA (22.40-102.07)									
Guanajuatillo.	36.5	23.0	2210	5.0	7.0	18.0	10	0.002	0.02
Santa Elena.	43.0	9.0	1943	7.0	9.0	20.0	10	0.003	0.03

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
OJO CALIENTE (22.34-102.15)									
Jarillas.	30.0	6.0	2191	4.0	6.0	17	10	0.004	0.02
Haciendita.	40.5	8.0	2115	6.0	8.0	20	10	0.006	0.08
Las Copudas.	35.5	6.0	2128	14.0	16.0	20	10	0.005	0.03
San Pablo.	39.5	6.5	2100	11.5	12.5	20	10	0.007	0.06
San José de los Llanos.	35.0	0.5	2120	10.0	12.0	20	10	0.003	0.02
Cerrito del Agua.	42.5	1.5	2155	0.8	2.0	20	10	0.002	0.02
Maestranto.	41.0	3.5	2250	1.0	3.0	20	10	0.006	0.05
VILLA GONZALEZ ORTEGA (22.32-101.55)									
22.30-102.00									
Villa González Ortega.	8.0	1.5	2135	5.0	7.0	13	10	0.003	0.06
Conejillo.	21.5	4.0	2085	4.0	6.0	17	10	0.002	0.03
22.00-102.00									
San Isidro.	20.0	52.0	2095	11.7	13.2	20	42	0.002	0.02
VILLA OBREGON (22.26-101.24)									
22.00-102.00									
Noria de Angeles.	10.5	45.5	2140	2.5	5.0	20	42	0.002	0.02
Lagunita.	25.0	49.5	2050	7.8	8.6	18	20	0.002	0.02
La Honda.	17.5	43.5	2186	10.0	18.0	20	20	0.006	0.02
VILLA HIDALGO (22.20-101.42)									
22.00-102.00									
Refugio.	23.5	41.5	2135	5.0	7.0	19	10	0.002	0.02
La Noria.	27.0	41.5	2160	6.9	9.0	19	10	0.003	0.02
El Chino.	34.5	35.5	2260	5.6	8.0	19.5	41	0.002	0.02
VILLA GARCIA (22.10-101.57)									
22.00-102.00									
La Pachona.	26.0	25.5	2275	36.5	44.0	21.5	10	0.003	0.02
San Francisco.	22.5	20.5	2380	4.5	5.0	20	10	0.003	0.02
PINOS (22.170-101.34)									
22.30-102.00									
El Salto.	49.0	0.5	2140	10.0	15.0	19	12	0.002	0.02

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
POZOS VALLE SALADO, ZACATECAS

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
22.00-102.00									
Trinidad.	48.5	51.5	2100	2.7	7.0	19	11	0.004	0.03
Pendencia.	48.5	48.0	2140	10.0	15.0	19	12	0.004	0.03
San Pablo.	47.0	41.5	2100	11.5	12.5	20	41	0.003	0.02
Patoles.	37.0	32.5	2400	10.5	13.5	20	10	0.005	0.02
Pedregoso.	30.0	27.5	2230	3.0	6.0	19	41	0.002	0.02
Estancia Guadalupe.	33.5	27.5	2270	17.0	25.0	19.5	41	0.003	0.03
San Nicolás de Quijas.	31.0	20.5	2220	1.0	3.0	19	20	0.007	0.05
Tepozán.	49.0	19.0	2285	20.0	23.5	19	22	0.006	0.04
Jaula de Abajo.	46.0	7.5	2120	6.5	7.5	16	10	0.005	0.05
San José del Bernalejo.	50.0	7.5	2200	12.0	14.0	20.5	11	0.005	0.05
Jaula de Arriba.	48.0	4.5	2165	0.5	0.6	18.0	20	0.005	0.04
El Chilar.	39.5	3.0	2205	6.0	9.0	20	10	0.007	0.06
22.30-101.30									
Refugio.	4.5	11.0	2120	8.0	13.0	21	10	0.006	0.05
La Gloria.	9.0	7.0	1990	7.0	13.0	20	10	0.002	0.02
Toloso Est.	16.0	4.0	2130	20.0	22.0	20	10	0.500	3.00
Manuel María.	6.0	3.0	2165	6.0	9.0	20	11	0.030	0.03
22.00-101.30									
Chupaderos.	8.0	47.0	2070	6.0	10.0	19	10	0.002	0.02
Santa Ana.	3.0	43.0	2315	1.0	2.0	20	11	0.003	0.03
Jericó.	7.0	41.5	2240	38.5	45.0	23	10	0.005	0.05
La Chiquilla.	11.0	19.5	2095	11.7	13.2	20	42	0.007	0.03
Paso Blanco.	11.5	12.0	2120	7.0	8.0	19	10	0.002	0.02
San Buenaventura.	12.0	9.5	2105	6.0	7.0	19.5	20	0.002	0.02
La Cruz.	12.0	6.0	2130	13.1	17.3	18	20	0.002	0.02
La Cruz.	13.0	5.5	2114	14.0	17.0	19	10	0.005	0.03

TABLA NÚM. 20
VALLE SALADO, SAN LUIS POTOSÍ

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
<i>(Símbolos al final de la tabla)</i>									
23.00-102.30									
Los Pocitos.	32.5	41.0	1960	1	1.5	20	16	0.002	0.03
Santa Clara.	34.0	28.0	1730	3	4	20	16	0.002	0.05
Illescas.	37.0	23.5	1775	5	6	20	10	0.002	0.04
El Pato.	30.0	16.0	1780	6	8	19	16	0.002	0.03
Providencia.	50.0	16.0	1990	6	8	16		0.003	0.02
El Barril.	35.0	4.0	1835	3	6	19	16	0.053	0.04
Jesús María.	27.0	14.0	1805	6	6.5	19	10	0.002	0.02
22.30-102.30									
La Dulce.	32.5	54.0	1815	21	22.5	21	17	0.123	0.07
Sauz Calera.	31.5	39.0	1961	0.5	2	20	10	0.002	0.02
23.00-102.00									
Sabino.	30.0	44.0	1986	14.0	18	15	10	0.002	0.02
Ranchito.	27.0	37.5	1960	3.0	4	17.5	16	0.004	0.03
Santo Domingo.	26.0	36.0	1920	2.0	3	19	16	0.005	0.04
Socorro.	27.0	17.5	2046	36.5	40	20	10	0.002	0.02
Estribo.	45.5	10.0	1965	20	22	16	10	0.002	0.01
Herradura.	26.0	4.0	2140	7	9	18.5	10	0.007	0.05
”	24.5	3.5	2140	5	7	16	10	0.004	0.04
”	25.5	2.0	2140	2.5	4	14	10	0.002	0.02
San Rafael.	6.0	2.0	1942	6.5	8	16	10	0.002	0.02
San Francisco.	9.0	1.0	2185	8	10	16	10	0.002	0.02
22.30-102.00									
El Pato.	22.5	45.5	2210	4.5	6	18	10	0.002	0.02
Ramos.	8.0	36.5	2215	10.5	15	18	10	0.004	0.03
Palma Grande.	21.5	23.0	2210	8	12	19	10	0.002	0.02
San Isidro.	38.0	24.0	2115	6	8	18	10	0.003	0.02
Saltillo.	23.5	18.5	2150	4.5	6	17	10	0.004	0.03
Salinas.	30.0	14.0	2075	4.5	5	17	16	0.008	0.05
”	36.0	13.5	2075	6	7	18	16	0.010	0.05
”	36.5	10.0	2075	8	9	18	16	0.150	2.50
Conejillo.	20.5	4.0	2085	4	5	13	16	0.002	0.02
22.00-102.00									
San Isidro.	20.5	52.5	2115	38	40	19	20	0.002	0.02

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
VALLE SALADO, SAN LUIS POTOSÍ

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
23.30-101.30									
Tanque Dolores.	35.0	18.5		26		18	10	0.002	0.02
Est. Catorce.	50.0	21.0	1807	40	45	22	10	0.005	0.10
23.00-101.30									
Charcas.	40.0	14.5	2026	6	8	19	10	0.003	0.02
22.30-101.30									
Polocote.	38.0	50.0	1710	34	36	19	20	0.005	0.04
Venado.	49.0	48.0	1733	52	60	20	10	0.100	5.00
Toro.	1.5	36.0	1985	11	13	18	10	0.008	0.07
Tapado.	6.5	31.5	1965	6	8	19	10	0.003	0.03
Moctezuma.	42.5	28.0	1717	15	20	20	10	0.070	0.06
"	50.0	30.0	1670	35	40	22	10	0.060	0.06
Bocas.	50.0	1.0	1701	45	50	22	10	0.180	1.50
Tolosa.	14.0	1.0	2080	9.6	11.0	18	16	0.002	0.02
22.00-101.30									
Ahualulco.	34.0	43.5	1865	2	4	18	10	0.125	8.00
Justino.	36.0	41.0	1814	6	8	20	10	0.500	12.00
San Luis Gonzaga.	24.0	10.5	2110	1.0	5	16.0	10	0.003	0.03
San Carlos.	20.5	26.0	2100	4.0	8	20.0	10	0.002	0.02
21.30-101.30									
Villa de Arriaga.	12.0	45.5		7.0	8	20.0	10	0.003	0.04
23.30-101.00									
San Isidro, Cedral.	27	40	1718	11.5	15	20.5	10	0.005	0.05
Cedral.	29	35	1717	6	10	19	10	0.010	0.12
El Cono.	28	32.5	1712	10	14	19	15	0.500	12.00
Matehuala.	36.5	16	1580	12.5	13	21	10	0.020	1.00
Los Angeles.	40	13.5	1495	30.5	35	20	15	0.002	0.02
San Isidro, Matehuala.	36	13	1469	15.5	20	19.5	15	0.003	0.03
Encarnación.	39	4.5	1445	10	15	21	15	0.004	0.04
Wadley.	20.7	12.0	1827	58	200	23	10	0.150	8.00

TABLA NÚM. 20 (Continuación)
VALLE SALADO, SAN LUIS POTOSÍ

Nombre, localidad o propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
23.00-101.00									
El Plan.	42	47	1355	50	60	20	10	0.003	0.03
San Miguel.	46	35	1270	67	70	20.5	10	0.002	0.02
Berrendo.	2	34	1966	9	12	19	20	0.003	0.03
Laguna Seca.	5.5	25	2014	4.5	6	18.5	10	0.001	0.01
La Purísima.	9	39	2016	16	20	16.5	10	0.002	0.02
Las Cuatas.	5	38	2008	5	7	16	10	0.002	0.02
Los Pocitos.	5.5	29	2000	1	3	20	10	0.001	0.01
Molino.	5.5	29.5	2014	4.5	10	15	10	0.050	0.04
La Joya.	12.0	22.5	1966	8	10	18	10	0.100	0.50
San Lorenzo.	7.0	32	2016	11	15	20	10	0.100	0.50
Laguna Seca Est.	2.5	25	2030	25	30	18	10	0.150	0.15
Solis.	16.5	27.5	2016	17	20	21	10	0.200	0.15
Vallejo.	45.5	13.5	2040	35.5	45	22	20	0.050	0.30
22.30-101.00									
Arista.	17.5	16.0	1615	50	55	22	10	0.000	0.10
Peotillos.	38.5	0.5	1551	2	10	22	10	0.500	6.00
Est. Peotillos.	42.0	1.5	1305	33.5	50	23	20	0.900	13.00
22.00-101.00									
Iturbide.	31.0	29.5	1691	44	52	21	20	0.006	0.05
22.00-100.30									
Noria del Refugio.	2.0	1.5	1295	42.5	45	22	20	0.003	0.02
El Buey.	0.5	10.0	1308	42.0	46	22	10	0.006	0.03
22.30-100.30									
Presa Guadalupe.	36.5	40	1090	2	6	20	10	0.006	0.05
Guadalcázar.	10.5	13	1735	8	12	20	10	0.003	0.02
Buenavista.	37.0	12.5	1100	35	38	21	10	0.010	0.07
22.30-100.00									
Custodio.	2.5	15.5	1000	13.5	15	22	10	0.006	0.05
Vivorillas.	6.0	14.2	987	30	33	22	10	0.008	0.06
Guerrero.	20.0	12.7	1010	27	32	22	10	0.003	0.02

TABLA NÚM. 20 (Conclusión)

Nombre, localizado propietario.	X	Y	Z	N	P	T	S	C	E
22.00-100.00									
Palomas.	14.5	52.3	1034	34.5	120	34	10	10.000	35.00
Guajolote.	15.0	44.5	985	28.0	30	22	10	0.002	0.02
El Maguey.	37.5	45.0	1215	3.4	5	20	10	0.008	0.06
Ciudad del Maíz.	41.0	45.0	1235	25.6	27	21	10	0.010	0.06
" " "	41.0	44.0	1217	7.4	10	15.5	10	0.012	0.08
" " "	39.0	42.0	1224	14.0	20	21	10	0.015	0.10
" " "	40.0	44.0	1242	32.0	35	21	10	0.009	0.08
" " "	42.0	43.0	1215	5.5	6	20	10	0.100	0.09

Se adoptaron los siguientes símbolos:

X — Abscisa positiva en Km. referida al meridiano indicado en el renglón correspondiente que encabeza el grupo de datos.

Y — Ordenada positiva referida al paralelo indicado en el renglón antes señalado.

Z — Altura sobre el nivel del mar.

N — Profundidad al nivel agua.

P — Profundidad total.

T — Temperatura del agua Grados C.

S — Situación del pozo indicados con:

1 Planicie.

2 Loma.

3 Sierra.

4 Barranca.

01 Alto en relación al talweg.

02 Altura mediana respecto al talweg.

02 Altura mediana respecto al talweg.

03 Bajo o cerca del fondo del arroyo o río.

04 En el fondo mismo del cauce.

05 Cerca de un arroyo o río.

06 Cerca de una laguna.

07 Cerca de un bajío o en el mismo bajío.

00 Sin relación aparente con un cauce o vía superficial de agua.

C — Capacidad específica, litros medios por segundo por metro de abatimiento del nivel estático del agua.

E — Extracción o volumen bombeado en 24 horas, expresado en litros por segundo.

TABLA NÚM. 21
VALLE SALADO

	Superficie K ²	L L U V I A		E S C U R R I M I E N T O			I N F I L T R A C I O N			Eva- poracion. Coefi- ciente.
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s. Aporte.	Cuantía	Coeficiente	m.c.s. Aporte.	Cuantía	Coeficiente	
La Camiza.										
Jurásico	690	0.250	5.469	0.273	0.396	5.0	0.437	0.634	8.0	87
Cretácico inf.	2908	0.250	23.052	1.151	0.396	5.0	1.844	0.634	8.0	87
Cretácico sup.	579	0.250	4.588	0.229	0.396	5.0	0.368	0.634	8.0	87
Efusivas	10	0.250	0.079	0.007	0.713	9.0	0.005	0.475	6.0	85
Cuaternario	8247	0.200	52.302	0.519	0.063	1.0	2.598	0.315	5.0	94
Total	12434			2.179			5.252			
Cedros.										
Jurásico	297	0.300	2.825	0.170	0.571	6.0	0.226	0.761	8.0	86
Cretácico inf.	1649	0.300	15.687	0.942	0.571	6.0	1.255	0.761	8.0	86
Cretácico sup.	541	0.300	5.146	0.309	0.571	6.0	0.412	0.761	8.0	86
Cuaternario	3580	0.200	22.704	0.225	0.063	1.0	1.134	0.317	5.0	94
Total	6064			1.646			3.027			
Mazapil.										
Jurásico	421	0.300	4.005	0.240	0.571	6.0	0.320	0.761	8.0	86
Cretácico inf.	1312	0.300	12.481	0.749	0.571	6.0	0.998	0.761	8.0	86
Cretácico sup.	75	0.300	0.713	0.042	0.571	6.0	0.057	0.761	8.0	86
Cuaternario	1181	0.300	11.234	0.168	0.142	1.5	0.561	0.476	5.0	93.5
Total	2989			1.190			1.936			
Concepción del Oro.										
Jurásico	358	0.300	3.406	0.204	0.571	6.0	0.272	0.761	8.0	86
Cretácico inf.	1389	0.300	13.213	0.793	0.571	6.0	1.057	0.761	8.0	86
Cretácico sup.	40	0.300	0.380	0.023	0.571	6.0	0.030	0.761	8.0	86
Cuaternario	5760	0.200	36.530	0.363	0.063	1.0	0.691	0.317	5.0	94
Total	7547			1.383			2.050			

TABLA NÚM. 21
VALLE SALADO

(Continuación)

	L L U V I A			E S C U R R I M I E N T O			I N F I L T R A C I O N			Evaporación. Coeficiente.
	Superficie K ²	Altura m.	m. c. s.	m. c. s. Aporte.	Cuántia	Coefficiente	m. c. s. Aporte.	Cuántia	Coefficiente	
Rucio.										
Jurásico	338	0.200	2.143	0.085	0.254	4.0	0.171	0.507	8.0	88
Cretácico inf.	4714	0.300	44.844	2.692	0.571	6.0	3.587	0.761	8.0	86
Efusivas	37	0.150	0.176	0.012	0.344	7.0	0.012	0.333	7.0	86
Cuaternario	3788	0.200	24.023	0.239	0.063	1.0	1.201	0.317	5.0	94
Total	8877			3.028			4.971			
Villa de Cos.										
Jurásico	191	0.350	2.120	0.148	0.777	7.0	0.170	0.888	8.0	85
Cretácico inf.	158	0.400	2.004	0.160	1.015	8.0	0.179	1.142	9.0	83
Cretácico sup.	12	0.400	0.152	0.012	1.015	8.0	0.014	1.142	9.0	83
Efusivas	114	0.350	1.265	0.113	0.999	9.0	0.101	0.888	8.0	83
Cuaternario	5437	0.300	51.722	0.772	0.142	1.5	2.582	0.476	5.0	93.5
Total	5912			1.205			3.046			
Santo Domingo.										
Cretácico inf.	1187	0.300	11.292	0.678	0.571	6.0	0.903	0.761	8.0	86
Cretácico sup.	47	0.300	0.418	0.025	0.571	6.0	0.033	0.761	8.0	86
Efusivas	57	0.300	0.542	0.032	0.571	6.0	0.043	0.761	8.0	86
Cuaternario	4539	0.250	35.981	0.717	0.158	2.0	2.156	0.475	6.0	92
Total	5827			1.452			3.135			
Laguna Seca.										
Jurásico	202	0.350	2.242	0.179	0.888	8.0	0.224	1.109	10.0	82
Cretácico inf.	1148	0.300	9.830	0.873	0.761	8.0	1.092	0.951	10.0	82
Cretácico sup.	65	0.300	0.553	0.049	0.761	8.0	0.062	0.951	10.0	82
Cuaternario	2145	0.200	13.603	0.135	0.063	1.0	0.680	0.317	5.0	94
Total	3560			1.236			2.058			

TABLA NÚM. 21
VALLE SALADO

(Continuación)

	Superficie K ²	LLUVIA		ESCURRIMIENTO			INFILTRACION			Evapo- ración. Coefi- ciente.
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s. Aporte.	Cuántia	Coefficiente	m.c.s. Aporte.	Cuántia	Coefficiente	
Matehuala.										
Cretácico inf.	3947	0.450	56.320	4.511	1.141	8.0	6.777	1.717	12.0	80
Cretácico sup.	261	0.450	3.724	0.298	1.141	8.0	0.448	1.717	12.0	80
Efusivas	75	0.450	1.070	0.085	1.141	8.0	0.086	1.142	8.0	84
Cuaternario	3785	0.400	48.009	1.404	0.371	3.0	2.880	0.761	6.0	91
Total	8068			6.298			10.191			
Dr. Arroyo.										
Jurásico	160	0.500	2.537	0.127	0.793	5.0	0.304	1.903	12.0	83
Cretácico inf.	3000	0.500	47.565	2.379	0.793	5.0	5.709	1.903	12.0	83
Cretácico sup.	40	0.500	0.634	0.032	0.793	5.0	0.076	1.903	12.0	83
Cuaternario	1755	0.500	27.825	0.835	0.476	3.0	2.225	1.268	8.0	89
Total	4955			3.373			8.314			
Tula.										
Cretácico inf.	1975	0.600	37.576	2.255	1.142	6.0	5.261	2.664	14.0	80
Cretácico sup.	305	0.600	5.822	0.349	1.142	6.0	0.815	2.664	14.0	80
Cuaternario	1109	0.550	19.341	0.580	0.523	3.0	1.547	1.395	8.0	89
Total	3390			3.184			7.623			
Fresnillo.										
Efusivas	594	0.450	8.475	0.679	1.141	8.0	0.847	1.426	10.0	82
Cuaternario	1318	0.400	16.717	0.489	0.371	3.0	1.338	1.015	8.0	89
Total	1912			1.845			2.185			

TABLA NÚM. 21
VALLE SALADO

(Continuación)

	Superficie K ²	LLUVIA		ESCURRIMIENTO			INFILTRACION			Evapo- ración. Coefi- ciente.
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s. Aporte.	Cuántia	Coeficiente	m.c.s. Aporte.	Cuántia	Coeficiente	
Zacatecas.										
Triásico	247	0.350	2.741	0.192	0.777	7.0	0.192	0.777	7.0	86
Cretácico inf.	74	0.400	0.939	0.056	0.761	6.0	0.094	1.268	10.0	84
Cretácico sup.	29	0.400	0.368	0.022	0.761	6.0	0.044	1.522	12.0	86
Efusivas	347	0.400	4.401	0.348	1.015	8.0	0.352	1.015	8.0	84
Cuaternario	847	0.350	3.394	0.188	0.222	2.0	0.564	0.666	6.0	82
Total	1544			0.806			1.246			
La Blanca.										
Cretácico inf.	84	0.400	1.065	0.074	0.888	7.0	0.085	1.015	8.0	85
Efusivas	120	0.400	1.522	0.121	1.015	8.0	0.122	1.015	8.0	84
Cuaternario	451	0.400	5.720	0.167	0.371	3.0	0.343	0.761	6.0	91
Total	655			0.362			0.550			
Salinas.										
Jurásico	263	0.450	3.753	0.600	2.283	8.0	0.300	1.142	10.0	82
Cretácico inf.	93	0.400	1.180	0.082	0.888	7.0	0.118	1.268	10.0	83
Cretácico sup.	292	0.400	3.704	0.259	0.888	7.0	0.370	1.268	10.0	83
Rocas Igneas	426	0.350	4.726	0.426	0.999	9.0	0.378	0.888	8.0	83
Cuaternario	1570	0.350	17.411	0.515	0.328	3.0	0.870	0.554	5.0	92
Total	2644			1.882			2.036			
Pinos.										
Jurásico	54	0.400	0.685	0.050	0.888	7.0	0.068	1.268	10.0	83
Cretácico inf.	93	0.400	1.180	0.083	0.888	7.0	0.118	1.268	10.0	83
Cretácico sup.	34	0.400	0.431	0.030	0.888	7.0	0.043	1.268	10.0	83
Efusivas	277	0.400	3.513	0.281	1.015	8.0	0.281	1.015	8.0	84
Cuaternario	456	0.400	5.784	0.169	0.371	3.0	0.289	0.634	5.0	92
Total	914			0.653			0.799			

TABLA NÚM. 21
VALLE SALADO

(Conclusión)

	Superficie K ²	LLUVIA		ESCURRIMIENTO			INFILTRACION			Evapo- ración. Coefi- ciente.
		Altura m.	m.c.s.	m.c.s. Aporte.	Cuantía	Coeficiente	m.c.s. Aporte.	Cuantía	Coeficiente	
Moctezuma.										
Jurásico	63	0.400	0.800	0.066	0.888	7.0	0.080	1.268	10.0	83
Cretácico inf.	1951	0.450	27.839	1.939	0.994	7.0	3.898	1.998	14.0	79
Cretácico sup.	339	0.450	4.837	0.337	0.994	7.0	0.582	1.717	12.0	81
Efusivas	1558	0.400	19.762	0.406	1.015	8.0	1.975	1.268	10.0	82
Cuaternario	3121	0.350	34.606	1.024	0.328	3.0	1.729	0.554	5.0	92
Total	7032			3.772			8.264			
Iturbide.										
Cretácico inf.	712	0.800	18.062	1.625	2.283	9.0	2.709	3.805	15.0	76
Cretácico sup.	70	0.800	1.776	0.160	2.283	9.0	0.266	3.805	15.0	76
Cuaternario	128	0.600	2.435	0.122	0.951	5.0	0.243	1.903	10.0	85
Total	910			1.907			3.218			
El Sitio.										
Efusivas	218	0.400	2.765	0.221	1.015	8.0	0.276	1.268	10.0	82
Cuaternario	429	0.350	4.757	0.141	0.328	3.0	0.238	0.554	5.0	92
Total	647			0.362			0.514			
La Colorada.										
Cretácico inf.	12	0.450	0.171	0.012	0.994	7.0	0.017	1.426	10.0	83
Efusivas	242	0.500	3.837	0.321	1.327	9.0	0.307	1.268	8.0	83
Cuaternario	421	0.400	5.340	0.156	0.371	3.0	0.267	0.634	5.0	92
Total	675			0.489			0.581			
Ciudad del Maíz.										
Cretácico inf.	737	0.600	15.022	1.122	1.522	8.0	1.682	2.283	12.0	80
Efusivas	22	0.550	0.384	0.038	1.744	10.0	0.038	1.744	10.0	80
Cuaternario	120	0.500	1.903	0.095	0.793	5.0	0.095	0.793	5.0	90
Total	879			1.255			1.825			

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Les problèmes de l'eau en Afrique du Nord Ouest, par Georges Drouhin. Compte Rendu des recherches relatives à l'Hidrologie de la Zona Aride. UNESCO 1952.
- ² Recherches sur l'hydrologie et la mecanique des fluides et l'importance des eaux subterraines dans les régions du nord-est africain, par I. Simaika. p. 42-58. Comptes Rendu des Recherches relatives à la Hidrologie de la Zona Aride UNESCO 1952.
- ³ Memoires of the National Academy of Sciences. Vol. XVI. Lower California and its natural Resources by Edward W. Nelson. Chief Bureau of Biological Survey U. S. Dep. of Agriculture.
- ⁴ Reconnaissance of the Geology and Oil Possibilities of Baja California, México, by Carl H. Beal. Geological Society of America. Memoir 31. Dec. 1948.
- ⁵ Carta Geológica de la parte Septentrional de la República Mexicana, por Philip B. King U. N. A. de Méx. Instituto de Geología y Geodesia 1947.
- ⁶ La clasificación de los elementos topográficos por Luis Blásquez L. Bol. Soc. Geol. Mex. T. XI. N° 7.12,1944,
- ⁷ Hypsometric Analysis of erosional topography by Arthur Strahler. Bull. Geol. Soc. of América. Vol. 63. nov. 1952.
- ⁸ Algunos índices numéricos para la clasificación y estudio de los ríos, por Luis Blásquez L. Bol. Soc. Geol. Mex. T. XI. Nos. 1-6, 1941.
- ⁹ Las aguas subterráneas al E de Bahía Magdalena, por el Ing. Vicente Gálvez, Anales del Inst. Geol. de Mex. N° 3. 1918.
- ¹⁰ Hidrogeología en México por Luis Blásquez L. Rev. Mex. de Ingeniería y Arquitectura. Vol. XX. N° 12. 1942.

- ¹¹ Métodos Topográficos, por el Ing. Ricardo Toscano. p. 604.
- ¹² Noticias geológicas del Distrito de Altar, Son. por A. R. V. Arellano. Bol. Soc. Geol. Mex. T. XII. Nos. 1-6, 1946,
- ¹³ Estudio Hidrogeológico de la región desértica y subdesértica del Estado de Sonora, Mex. por Luis Blásquez L. L'Hydrogéologie des Régions Arides et sub-arides Congrès Géologique International. Alger. 1952. Fascicule VIII.
- ¹⁴ Hidrogeología de los alrededores de Monterrey, N. L. 1943, por L. Blásquez L. Inst. Geol. de Méx. (inédito).
- ¹⁵ Hidrogeología del túnel del Lerma y zonas inmediatas. 1952, por L. Blásquez L. Inst. Geol. de Méx. Anales T. XII. 1958.
- ¹⁶ Geology of Northern México, by R. H. Burrows. Min. Sci. Pres. vol. 99, 1909 y Soc. Geol. Mex. Bull. vol. 7. p. 85-103.
- ¹⁷ Geology of a part of the lower Conchos Valley, Chihuahua, Mex. R. E. King. and W. S. Adkins. Geol. Soc. Am. Bull, Vol, 57, N° 3, 1943, p. 278.
- ¹⁸ Etude synthetique sur le mesozoïque mexicaine par C. Burckhardt. Soc. Paleont. Suisse Mem. Vols. 49-50. 1930.
- ¹⁹ Vestigios de un antiguo continente en el norte de México, por Emilio Böse. Am. Jour Sci 5th ser. Vol. 6. p. 127-136, 196, 310-337.
- ²⁰ Geology of the midle part of the Sierra de Parras, by R. W. Imlay. Bull. Geol. Soc. of America. Vol. 48. N° 5. 1937.
- ²¹ Structural symetry in North America. Arthur Keith Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 39 (1928) p. 333.
- ²² Geology of the western part of the Sierra de Parras, Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 47. (1936) p. 1108-1109.
- ²³ Evolution of the Coahuila peninsula Mexico. Part. I. by L. B. Kellum, R. W. Imlay and W. G. Kane. Bul. Am. Geol. Soc, of Am, Vol. 47. p. 1002. 1936.
- ²⁴ The Permian of southwestern Coahuila, México, by Robert E. King. Am. Jour. of Sci. Vol. XXVII. p. 105.
- ²⁵ Evolution of the Coahuila Península Part III. Geology of the mountains west of the Laguna Distric. Lewis B. Kellum. Geol. Soc. Am. Bull. vol. 47. pp. 1039-1090. 1936.
- ²⁶ Geology of the mountains bordering the valley of Acatita and Las Delicias. Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 47. 1936. pp, 1029-1030,

- ²⁷ Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero, por Emilio Bösse. Inst. Geol. de Méx. Vol. 42. 1923. p, 60,
- ²⁸ Informe preliminar relativo a la Hidrología Subterránea de las zonas de Villanueva, Jerez, Río Grande y Nieves, Zac., por el Ing. de Minas Vicente Gálvez. Inst. Geol. de Méx. 1927 (inédito).
- ²⁹ E. H. Sellards, "Pre-Paleozoic and Paleozoic System". Geology of Texas. Vol. 1, Stratigraphy" Univ. Texas. Bur. Econ. Geol. Bull. 3232 (1932) pp. 21-23.
- ³⁰ Phillip B. King. Geology of the Marathon Region, Texas. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 187 (1937) p. 19.
- ³¹ Jackson M. Barton. Pre-Permian Axes of maximum deposition in west Texas. Am. ass Petr. Geol. Bull. Vol 29-9 sep. 1945. pp. 1336-1348.
- ³² C. L. Baker. General Geology of Catorce Mining Distrit. Trans. Am. Inst. of Mining. and Metallurgical E. Vol. 66. 1922. p. 42-48.
- ³³ Carl Fries Jr. y Eduardo Schmitter. Los placeres de estaño de Guadalcázar S. O. P. Bol. 17. 1948. Comité Directivo para la Investigación de los Recursos Minerales de México.
- ³⁴ Pascual Arenas. Descripción Geológica y Mineralógica del Mineral de Fresnillo, Zac. Anales Mexicanos de Ciencias, Literatura, Minería, Agricultura, Artes, Industria y Comercio. México. 1860.

HIDROLOGIA

- ³⁵ C. Warren Thornthwaite. The climates of North America, according to a new classification. Geographical Review. New York. October 1931.
- ³⁶ C. W. Thornthwaite. An approach toward a rational classification of climate. Geol. Rev. New York. January 1948.
- ³⁷ L. Blásquez L. Hidrogeología del Estado de Tlaxcala. Anales del Instituto de Geología. T. VIII. 1946. pp. 23-32.
- ³⁸ W. Koppen. Climatología. Traducción de Pedro R. Hendrichs Pérez. Fondo de Cultura Económica. 1948.
- ³⁹ Boletín Hidrológico No. 10. Región del noroeste hasta 1915. S. R. H. Dirección Gral. de Hidrología.
- ⁴⁰ L. Blásquez L. Geohidrología de algunas regiones desérticas de

México-Memoria del Congreso Científico Mexicano. IV. Centenario de la Universidad de México. T. III. 1953. p. 378.

- ⁴¹ L. Blásquez L. Cálculo de la profundidad base en los acuíferos 1955. Inédito.
- ⁴² Nouvelle classification des sources. Luis Blásquez L. Comptes Rendus de la Dix-Neuvième Session. XIX Congrès Géologique International, Sección VIII. L'Hidrogeologie des Régions Arides et Sub-Arides. Fascicule VIII. Alger 1953. p. 25.
- ⁴³ Hidrología Subterránea de las cuencas de los ríos La Concepción y Sonoyta por Luis Blásquez L. Inst. Geol. de Méx. 1926. (inédito).
- ⁴⁴ Hidrogeología de las cuencas de los ríos Magdalena y Altar por el Ing. Maximino Alcalá. Inst. Geol. de Méx. 1926. (Inédito).
- ⁴⁵ Estudios hidrogeológicos practicados en el Estado de San Luis Potosí por los Ings. Vicente Gálvez, Apolinar Hernández y Sr. Luis Blásquez L. Inst. Panameric. de Geografía e Historia. Publ. N° 56. México, D. F. 1941
- ⁴⁶ Informe preliminar de la hidrología subterránea de la región que comprende como pueblos principales: Guadalupe, San José de la Isla, Ojo Caliente, Villa García, Pinos y Villa de Arriaga, de los Estados de Zacatecas y San Luis Potosí, por L. Blásquez L. Inst. Geol. de Méx. Folleto de Divulgación N° 30. 1927.
- ⁴⁷ Informe preliminar de la hidrología subterránea de la zona zacatecas-Mazapil, por el Ing. Maximino Alcalá. Inst. Geol. de Méx. 1927.

