

UNAM



280

TESIS-BCCT

203(300)

Ba 91

250

It. 289
1959.



INSTITUTO DE GEOLOGIA
BIBLIOTECA



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura.

“Levantamiento Geológico como base para una
Clasificación de Suelos”, efectuado en la Cuenca de
Oriental-Serdán, Edos. de Puebla,
Tlaxcala y Veracruz.

TESIS PROFESIONAL

para obtener el título de

INGENIERO GEOLOGO

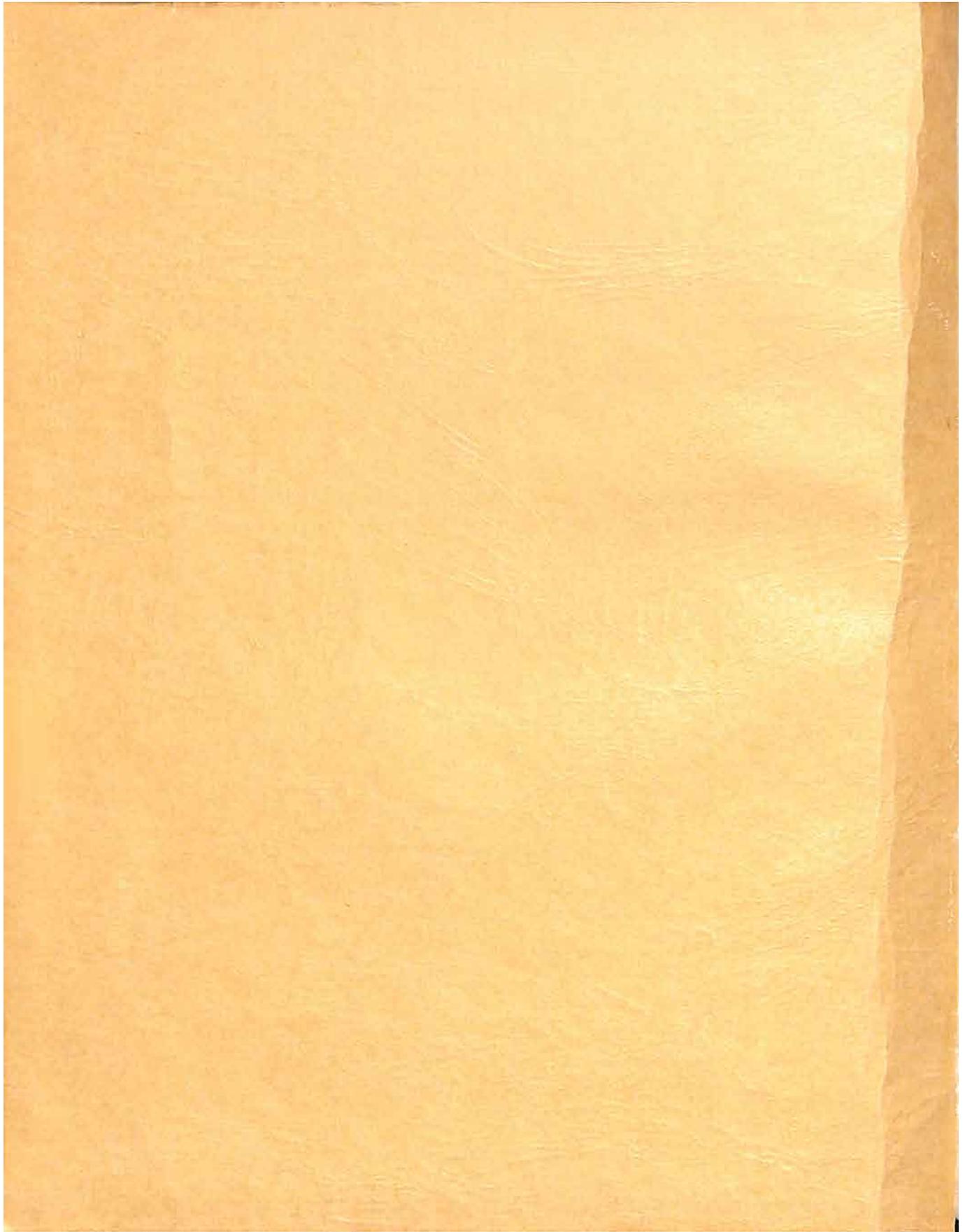
presenta:

Sergio Bazán Barrón.

México, D. F.

1959

203(300)
Ba98





Handwritten text, possibly a signature or initials, located in the lower-left quadrant of the page. The text is faint and difficult to decipher, but appears to consist of several lines of cursive or semi-cursive script.

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura.

“Levantamiento Geológico como base para una
Clasificación de Suelos”, efectuado en la Cuenca de
Oriental-Serdán, Edos. de Puebla,
Tlaxcala y Veracruz.



INSTITUTO DE GEOLOGIA
BIBLIOTECA

TESIS PROFESIONAL
para obtener el título de
INGENIERO GEOLOGO

presenta:

Sergio Bazán Barrón.

México, D. F.

1959

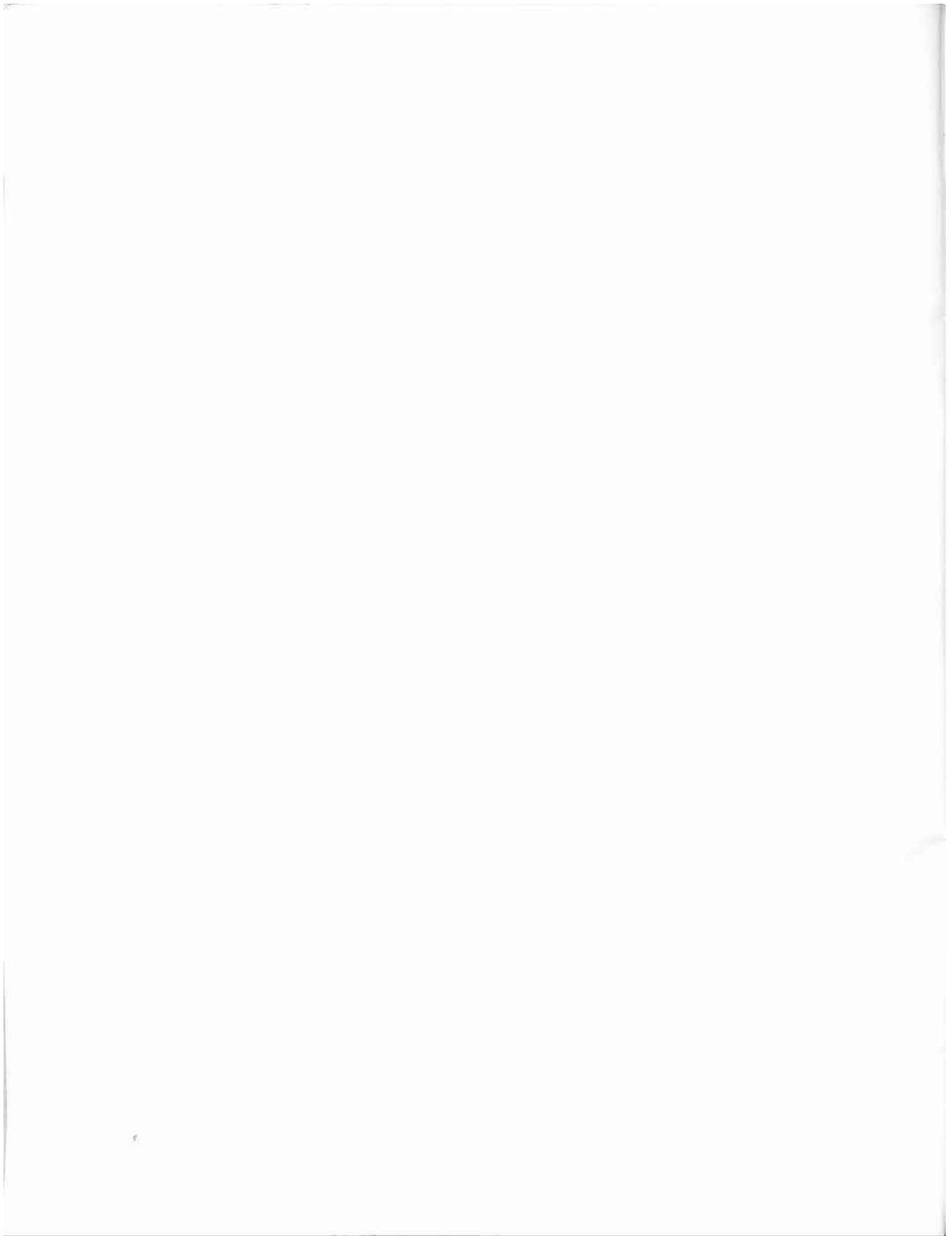
202 (300)

Bo 32

*A mi madre,
Margarita Barrón Téllez
con veneración y gratitud.*

*A mi hermana,
Blanca Bazán de Montes
con cariño.*

A mis familiares.



A mi Escuela
E. S. I. A.

A mis Maestros,
con respeto.

A mis compañeros y amigos.



Hago patente mi agradecimiento a los Sres. Ingenieros:

Ernesto López Ramos

Roberto G. Gómez

Raúl Ortiz Asiain

y

Dr. Agustín Ayala C.

*por sus observaciones e indicaciones en el desarrollo
de esta Tesis.*

1

1

1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900





SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
TACUBA No. 4 MEXICO 1, D. F.

TELEFONOS:

DIRECCION: 12-91-19 JEFAT. TALLERES: 12-19-20
SECRETARIA: 12-14-09 PREFECTURA: 12-91-25

SECCION Secretaría.
NUMERO DEL OFICIO 231
EXPEDIENTE

ASUNTO: Se le comunica tema para tesis.

México D.F., a 4 de febrero de 1959.

Al Pasante de Ing. Geólogo,
SR. SERGIO BAZAN BARRON.
P r e s e n t e.

A continuación comunico a usted el tema que de
berá desarrollar en su tesis profesional de Ingeniero Geólogo.

LEVANTAMIENTO GEOLOGICO COMO BASE PARA UNA CLASIFICACION DE SUELOS EFECTUADO EN LA PARTE NOR-OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE ORIENTAL-SERDAN EDS. DE PUEBLA Y TLAXCALA.

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GENERALIDADES.
 - a).- Localización del área.
 - b).- Vías de Comunicación.
 - c).- Población, Industria, Comercio, Agricultura.
 - d).- Informes Previos.
- III.- GEOMORFOLOGIA.
 - a).- Clima.
 - b).- Fisiografía.
- IV.- GEOHIDROLOGIA.
 - a).- Aguas superficiales (Lagos, Lagunas, - Rios, etc).
 - b).- Aguas subterráneas (Comportamiento de los niveles de aguas
- V.- GEOLOGIA.
 - a).- Estratigrafía. Descripción litológica.
 - b).- Tectónica. Rasgos estructurales.
- VI.- SUELOS:



SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

TACUBA No. 4

MEXICO I. D. F.

TELEFONOS:

DIRECCION: 12-91-19 JEPAT. TALLERES: 12-19-20

SECRETARIA: 12-14-09 PREFECTURA: 12-91-25

SECCION **Secretaría.**

NUMERO DEL OFICIO

EXPEDIENTE

ASUNTO:

- 2 -

- a).- Origen de los suelos.
- b).- Clasificación de los suelos.
- c).- Componentes principales de los suelos.
- d).- Sedimentología.
- e).- Humedad del suelo.
- f).- Mapas y secciones de acuerdo con la clasificación de suelos.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

Para el desarrollo del tema transcrito se concede a usted el plazo máximo de un año, contado a partir de la fecha. Oportunamente deberá presentar en la Secretaría del Plantel, 12 ejemplares de la tesis de que se trata, 2 retratos tamaño -- standard para título y constancias de no adeudar aparatos, libros ni cuotas por concepto de colegiaturas. Además deberá cubrir los derechos de examen correspondientes.

El período de exámenes profesionales queda comprendido entre los meses de marzo a septiembre de cada año. Veinte días después de entregada la tesis, se procederá a la prueba oral.

Atentamente.
El Subdirector.

Ing. Alfonso Hernández Vargas.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
SUBDIRECCION

CAPÍTULO PRIMERO

INTRODUCCION

El levantamiento Geológico-Edafológico en la Cuenca de Oriental-Serdán, tiene por objeto cooperar en la investigación geológica, a resolver el problema geohidrológico y agrícola de esta región, así como otros, que se tratan en el desarrollo del tema.

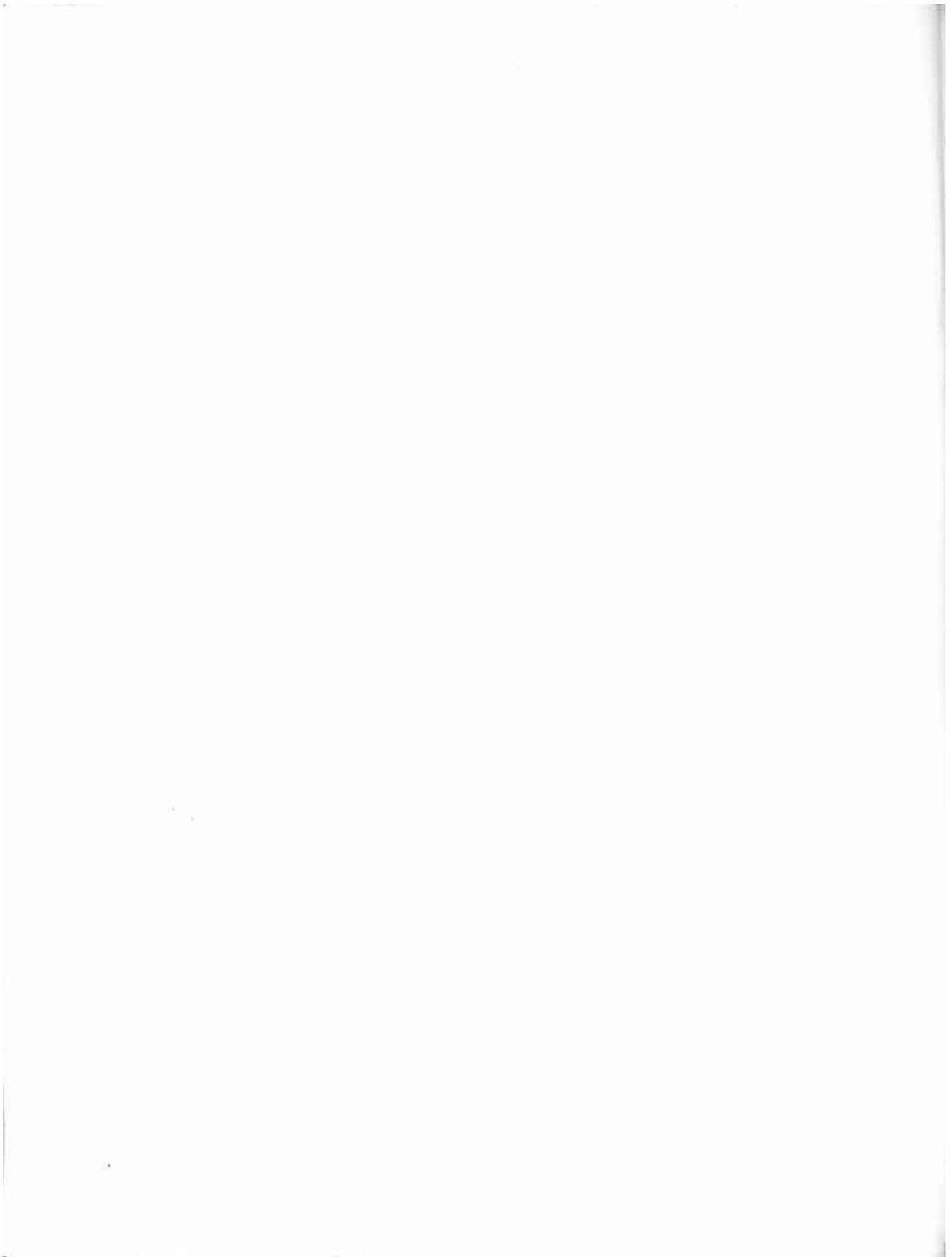
En la presente Tesis se exponen las características morfológicas de la Cuenca y su división fisiográfica. Se hace después una síntesis geohidrológica aprovechando los perfiles de los pozos de agua de la zona, haciendo notar la profundidad de los mantos acuíferos, así como la dirección de los principales encauzamientos subterráneos, lagunas y lagos (cráter-lagos).

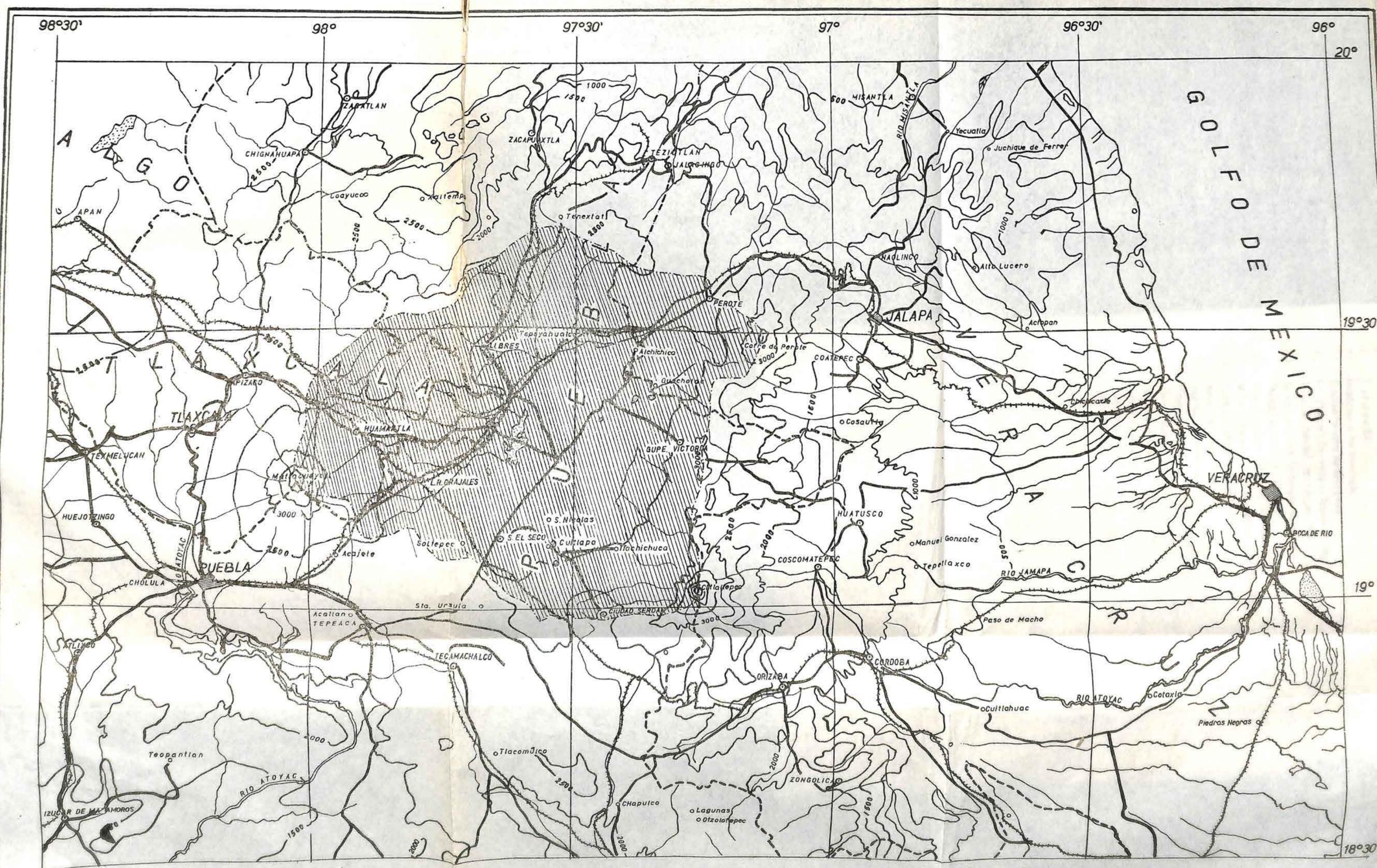
La Geología comprende la descripción, distribución y características de rocas ígneas y de las formaciones sedimentarias; de ellas se hace la interpretación tectónica probable que dio lugar a la formación de la Cuenca.

La descripción edafológica tiene como objeto mostrar la influencia geológica, sobre el carácter del suelo resultante. También se dan a conocer aunque de un modo general, las áreas con relieve accidentado; las potencialmente arables, así como también las que se consideran incultivables por el hecho de existir sales alcalinas, o un mal drenaje.

El plano que muestra la distribución de los suelos y el sistema en que fueron clasificados, no pretende ser perfecto, ni que llene completamente todas las necesidades, pero se cree que es de fácil interpretación y de positiva utilidad para la agricultura.

La clasificación de los suelos en la Cuenca, está basada principalmente en los esquemas de Glinka y de G. W. Robinson.





- FERROCARRIL
- CARRETERAS
- RIOS
- LIMITES DE ESTADO
- LIMITE DE LA CUENCA DE ORIENTAL
- CURVAS DE NIVEL CADA 500 Mts.



PLANO INDICE

TESIS PROFESIONAL 1959
 Pasante Sergio Bazán B.
 E. S. I. A.

8830

88



CAPÍTULO II

GENERALIDADES

Se ha dado el nombre de "Cuenca de Oriental-Serdán" a la unidad fisiográfica de carácter endorreico, localizada geográficamente entre los 18° 57' y 19° 43' de latitud Norte y entre los 97° 08' y 98° 03' de longitud Oeste de Greenwich.

La Cuenca en cuestión queda comprendida entre tres Estados: Veracruz abarca el 15% del área, alrededor de la Población de Perote; Tlaxcala ocupa el 25%, en la parte occidental de la Cuenca, correspondiente al área que circunda a la Población de Huamantla y a Puebla, el resto que comprende aproximadamente el 60% del área total. Su superficie es de 4,988 Kms.² y sus dimensiones principales, de norte a sur 83 Kms. y de este a oeste 92 Kms. (Véase plano general).

LIMITES HIDRO-OPOGRAFICOS DE LA CUENCA.—El lindero de la Cuenca queda comprendido sobre sierras, cerros y lomeríos, solamente en tres lugares la divisoria atraviesa terrenos más o menos planos; la mayor planicie de la divisoria está situada entre Perote y el Cerro de Ocotepetzingo, con longitud de 16 Kms.; la segunda de 4 Kms. está localizada en lo que se considera como vértice norte de la Cuenca; la última aproximadamente de 10 Kms., separa los Valles de Apizaco y Huamantla, entre la Sierra de Tlaxco y el Volcán de la Malinche.

Las divisorias Hidro-Orográficas que limitan a la Cuenca quedan comprendidas sobre las siguientes prominencias: a partir del Cerro Matlacuéstatl, en el Edo. de Tlaxcala, la divisoria toma el rumbo norte, para después internarse en el Edo. de Puebla con un rumbo general de 55° N-E. a través de la Sierra de Tlaxco, la cual constituye el parte-aguas entre la Cuenca y los ríos Yxtacamaxtitlán y Apulco, afluentes del Río Tecolutla de la vertiente del Golfo de México; esta sierra de fuerte relieve culmina en el vértice localizado al sur de la Población de Sn. M. Tenextatiloyan, Pue.; la divisoria continúa con rumbo general de 60° S-E. pasando por el Macizo de Ocotepetzingo y llegar al vértice formado por el Cofre de Perote en el Edo. de Veracruz, para después tomar el rumbo orientado sensiblemente norte-sur sobre la cadena montañosa de alto relieve Del Citlal-tépetl que constituye el parte-aguas entre la Cuenca y una red de profundas

barrancas que drenan hacia el oriente, en el Golfo de México; esta sierra culmina en el Volcán Pico de Orizaba. La divisoria desciende y penetra nuevamente en el Edo. de Puebla, pasando al sur de C. Serdán, para después continuar con un rumbo de 50° N-W. a través de la Sierra de Soltepec hasta el Cerro Pinal y de allí al punto de partida en la Sierra de la Malinche. Estas dos últimas sierras constituyen el parte-aguas entre la Cuenca y el Río Atoyac, afluente este último de la vertiente del Pacífico. (Véase plano índice).

VÍAS DE COMUNICACION.—La Cuenca cuenta con tres carreteras de importancia que la cruzan: la de México-Xalapa-Veracruz pasando por Huamantla, Tlax.; la de México-Puebla-Veracruz pasando por El Seco, Pue. y la de Puebla-Teziutlán-Nautla pasando por San Marcos y Oriental del Estado de Puebla. En construcción se encuentra la carretera de El Seco a Orizaba pasando por Ciudad Serdán. Además de estas vías de franca importancia hay multitud de caminos de terracería que funcionan casi normalmente, pues la topografía y las características propias del subsuelo facilitan la construcción y aun la conservación de ellos.

Cuenta además con tres vías de importancia por medio del ferrocarril, siendo éstas: dos del F.C. Interoceánico y una del F.C. Mexicano; las del Interoceánico son: la de México-Oriental-Veracruz y la otra es un ramal que enlaza a ésta con la Ciudad de Puebla, vía a Teziutlán; la vía del F.C. Mexicano es la de México-Orizaba-Veracruz que pasa por Huamantla, Tlax. y San Marcos del Edo. de Puebla.

POBLACION.—La región corresponde a una zona densamente poblada, formada principalmente por mestizos. Las poblaciones más importantes son las siguientes: Huamantla, Tlax.; San Marcos, Libres, C. Serdán y El Seco del Estado de Puebla y Perote del Estado de Veracruz.

Las actividades industriales están concentradas en la Población de San Marcos, siendo éstas, empacadoras de conservas y la elaboración de malta. En segundo término sobresalen Huamantla y Libres.

Como dato importante se hace notar que esta región además de estar bien comunicada, cuenta con suministro eléctrico, en todas sus poblaciones y haciendas. Estas últimas destacan por su gran producción de leche alrededor de 40,000 Lts. diarios.

El comercio se manifiesta por su gran cantidad de caminos de segundo y tercer orden que existen en el área, siendo el intercambio más importante el de semillas, así como el de productos elaborados.

La agricultura, sujeta a problemas serios, es, junto con la ganadería, la ocupación principal de la entidad. Siendo la superficie arable de aproximadamente 220,000 Has. en la Cuenca, se aprovecha más o menos la mitad, por existir el problema de alcalinidad, drenaje y suministro hidráulico, así como la pobreza orgánica del suelo, principalmente en fósforo y nitrógeno. Las tierras que actualmente se mantienen bajo cultivo son a base de abonos químicos y orgánicos que hacen que mantengan sus cualidades de fertilidad en cierto grado.

INFORMES PREVIOS.—Débanse al Barón de Humboldt las primeras observaciones, basadas en la cadena volcánica (eje volcánico), la cual atraviesa la Cuenca, de la que forman parte, La Malinche, El Cofre de Perote y El Pico de Orizaba.

El conocimiento de la Cuenca data desde que Don Ezequiel Ordóñez la identificó como una zona fisiográfica con características propias, cuyos informes están basados más bien en los rasgos morfológicos que en la descripción litológica.

La Geología ha tenido un aspecto descriptivo, cuyos levantamientos geológicos se han presentado en forma esquemática. Solamente la parte correspondiente al Estado de Veracruz ha sido un levantamiento de detalle, hecha por el Depto. de Exploración de Petróleos Mexicanos.

Existen breves informes geohidrológicos, así como dictámenes hidrológicos regionales cuya finalidad ha sido la de localización y perforación de pozos de agua, igualmente para estudios de obras de canalización y riego.

CAPÍTULO III

GEOMORFOLOGIA

CLIMA.—En general es semi-árido, pero puede decirse que la mayor parte de la región tiene clima húmedo, semi-frío con estación seca en invierno, presentando en los bordes montañosos una vegetación alpina de coníferas y en las planicies como en los valles de C. Serdán y Libres una vegetación espontánea raquítica. La parte occidental correspondiente al valle de Huamantla tiene clima semi-seco y templado, con invierno y primavera secos; los vientos fuertes son frecuentes y las heladas abundan en avanzadas épocas del año. La llanura aluvial correspondiente a la subcuenca del Carmen y de Tepeyahualco tiene clima seco y semi-frío; con parte del invierno y primavera secos.

TEMPERATURA.—Esta varía de 4°C. en los meses de diciembre y enero, llegando a máximos de 31 y 33°C. en los meses más calurosos que son marzo, abril y mayo. Las temperaturas medias varían de 13 a 15°C. en los meses de junio a septiembre.

PRECIPITACION PLUVIAL.—De acuerdo con los datos de las estaciones termopluviométricas de la región: la precipitación media varía entre 650 y 750 mm., ocupando los lugares inmediatos a las montañas la mayor precipitación, ya que llueve con frecuencia y nieva en algunos días del invierno. La época de lluvias es de mayo a septiembre y la de secas de noviembre a abril.

EVAPORACION.—Se estima por no existir datos precisos al respecto y dada la sequedad de la atmósfera en la mayor parte del año, que la evaporación es fuerte, pues siendo la cuenca cerrada la precipitación se reparte entre los factores de infiltración, evaporación y transpiración, más escurrimientos subterráneos hacia afuera de la Cuenca. De acuerdo con lo anterior se estima que la evaporación puede llegar a un 40 ó 50% de coeficiente medio, en toda la Cuenca.

FISIOGRAFIA.—La Cuenca de Oriental-Serdán forma un ciclo completo de características para distinguirla como una unidad fisiográfica. Esta en sí, es cerrada hidrográficamente, pero con derrames hacia el exterior geohidrológicamente.

En las formas topográficas de las accidentadas laderas que circundan a la Cuenca, se localiza una serie de valles fluviales con diferente estructura geológica y subyacente. En general estos valles se alargan y crecen aguas arriba, hacia el interior de las sierras por erosión ascendente o regresiva; estando el perfil longitudinal de equilibrio de los ríos generalmente levantado por la continua afluencia de sedimentos. Debido a esto, los ríos han excavado sus propios valles en el aluvión, dando lugar a la formación de un pequeño cañón, de paredes verticales y un perfil estratigráfico de gravas y aluviones.

En las partes altas, la separación de valles y subcuencas entre vecinas es más marcada. Puede decirse que ha sido alcanzada la fase de madurez cuando las subcuencas y valles empiezan a conectarse. En esta fase la excavación de los mismos, a su vez la formación de estructuras residuales (testigos), del terreno tales como colinas, cerros y pináculos aislados van quedando dispersos. Los valles así se van ensanchando y sus divisorias se van reduciendo hasta que la región de nacimiento a una superficie baja de microrrelieve, con paisaje desértico, estepario o de llanura lacustre.

Las eminencias que circundan a la Cuenca, al norte el Macizo de Ocotepetzingo y hacia el sur la Sierra de Soltepec, no son tan elevadas como la sierra situada entre los macizos de Perote y Citlaltépetl al oriente, y la Sierra de Tlaxco y de la Malinche al poniente. Hacia el interior existen pequeñas eminencias a veces totalmente aisladas y otras de mayor importancia que forman cordilleras que de hecho dividen a la Cuenca en cinco subprovincias fisiográficas, con marcadas diferencias microclimáticas y geohidrológicas. Lámina N° 1. (Véase plano general).

Subprovincia de Huamantla. (Tlax. y Pue.).—Esta es la de mayor extensión y queda limitada al sur y al poniente por la divisoria general de la Cuenca, hacia el norte por las sierras de la Magdalena, Blanca y Las Derrumbadas; al oriente por una divisoria subterránea con superficie llana, ligeramente accidentada, situada entre el Cerro de Piedras Negras y el Macizo de San Nicolás Malpais; culmina la divisoria al oriente de S. El Seco.

En esta subprovincia destaca al poniente la formación aluvial con relieve accidentado, ocupando aproximadamente la mitad de lo que se considera como terreno llano, cuyos lomeríos y colinas varían de 25 a 35 mts.; al oriente domina la llanura lacustre con relieve plano donde se localiza la Laguna del Carmen (2,345 mts. s.n.m.).

Subprovincia de Libres. (Pue.).—Queda localizada al norte de la de Huamantla, limitada al poniente y al norte por la divisoria general de la Cuenca; al oriente por el Malpais de Vigía, sigue la divisoria a través de la Sierra de Alchichica hasta terminar en la Sierra de Techacalco.

En esta subprovincia, al pie del Cerro de Pizarro, hacia el sur existe una extensa planicie donde se localiza la Laguna de Tepeyahualco, en la cual se encuentra el desnivel más bajo (2,310 mts. s.n.m.). La distribución de terrenos llanos está limitada por prominentes bloques escar-

pados de calizas y macizos ígneos que emergen en la llanura como montañas. Estas prominencias, junto con las sierras que actúan como divisorias, constituyen los relieves accidentados.

Subprovincia de Perote (Ver. y Pue.).—Es la de menor extensión, pero puede decirse que es, la que en proporción, contiene terrenos menos accidentados. Las tierras llanas, en la parte central, forman una extensa planicie. Esta subprovincia está limitada al poniente por la divisoria de la anterior, al norte y oriente por la divisoria general de la Cuenca y al sur por el grupo de calizas del cretácico, que forman la Sierra de Tecoxtepec; al oriente destaca por su fuerte pendiente y relieve accidentado, la Sierra de Perote la cual junto con el Malpais de Vigía al poniente, constituyen los terrenos de relieve accidentado en esta subprovincia.

Subprovincia de Guadalupe Victoria, (Pue.)—Queda limitada al poniente y al norte por las divisorias de Libres y Perote respectivamente; al oriente por la divisoria general de la Cuenca y al sur está limitada por los Cerros de las Derrumbadas y por la corriente basáltica de la Capilla. En esta subprovincia se localizan los cráter-lagos (Volcanes de explosión) de Quechulac, La Preciosa, Atescaquí y Alchichica que se caracterizan por tener cierta concentración salina.

La distribución de las tierras llanas es casi uniforme, solamente interrumpida por los "axalapascos", siendo estos los que forman los accidentes topográficos en las planicies. Los terrenos de relieve accidentado están limitados a las divisorias de esta subprovincia, algunas de fuerte pendiente.

Subprovincia de Ciudad Serdán, (Pue.).—Se localiza entre las de Huamantla y Guadalupe Victoria, al poniente y norte respectivamente y por la divisoria general de la Cuenca, constituyendo la subprovincia más meridional y la que en proporción abarca terrenos de topografía más accidentada. En ella se localizan los cráter-lagos de Aljojuca y Tecuitlapa de agua dulce, sólo que de nivel estático más profundo. En esta subprovincia, así como en las dos últimas anteriores, las corrientes superficiales que bajan de la Sierra del Citlaltépetl se infiltran en el contacto del aluvión, sucedidas de un drenaje interno rápido, que impide la formación de depósitos de agua en la superficie, posiblemente por la presencia de algunos resumideros.

Las subprovincias anteriormente descritas, limitan zonas bajas que se conocen en la región con el nombre de "Los Llanos" (Llanos de San Juan, de Perote, del Salado y de Serdán); se hallan revestidos o nivelados con sedimentos procedentes de las montañas. Algunos son estériles desiertos; otros contienen lagunas, en su mayor parte temporales. Las lagunas son poco profundas, en su mayoría son saladas y están rodeadas de una llanura fangosa. Las divisorias de las subcuencas son parte-aguas subterráneos y largos bloques montañosos que se extienden dentro de la Cuenca y han sido denominados "Cadenas de la Cuenca". Sus altu-

ras quedan comprendidas entre 2,500 y 3,100 mts. En las planicies se levantan como eminencias aisladas y sierras de corta altura, entre las cuales, como más notables, tenemos El Cerro de Pizarro y las Sierras de la Magdalena, Blanca y las Derrumbadas.

Los movimientos y la mayor parte de las dislocaciones diferenciales que determinan la topografía actual son posteriores al Terciario. A lo largo de algunas fracturas o fallas existentes aparecieron conos volcánicos, de edad relativamente reciente, así como delgados mantos de lava que han sido hallados en forma de tiras, que se encuentran ahora a muy diferentes niveles en los estratos del aluvión. La mayor parte de las sierras sedimentarias son bloques inclinados, con fuerte escarpado hacia un lado, probablemente por falla. En las sierras de fuerte pendiente, las barrancas han formado conos de deyección y en las partes bajas se han extendido dando lugar a abanicos aluviales.

CAPÍTULO IV

GEOHIDROLOGIA

AGUAS SUPERFICIALES.—En la Cuenca existen dos vertientes endorreicas de importancia que se pueden definir respectivamente: vertiente Oriental y vertiente Occidental. La primera está formada por la Sierra del Citlaltépetl, situada entre los macizos Cofre de Perote y el Pico de Orizaba, y la occidental incluye las sierras de la Malinche y de Tlaxco. Esta última forma el parte-aguas noroccidental, que a su vez es dividida por la Sierra de la Magdalena que forma un parte-aguas interior; vierte sus aguas en los valles fluviales de Huamantla con desagüe a la Laguna del Carmen y la otra al valle de Libres con una red de arroyos que drenan hacia la Laguna de Tepeyahualco.

La divisoria suroccidental lo constituye la Sierra de la Malinche de fuerte relieve y la sierra de baja altura de Soltepec que vierten sus aguas a los valles de Apizaco, Tlaxcala y Puebla, afluentes del Río Atoyac de la vertiente del Pacífico, la otra hacia la región endorreica de Oriental, respectivamente.

La mayor parte de los cursos de agua que bajan de las sierras, ya sea que circulen en la superficie o en el subsuelo, se acumulan en las partes más bajas del centro, formando las lagunas del Carmen y Tepeyahualco.

Los lagos naturales que Don E. Ordóñez en su descripción de la región llamó "Axalapascos", son cráteres cineríticos de explosión; el agua que se encuentra en ellos es meteórica, que en un principio bien pudo tener origen juvenil y debido a la evaporación se ha concentrado teniendo cierta salinidad. Solamente los cráter-lagos de Aljojuca y Tecuitlapa contienen agua dulce. El nivel del agua de estos "axalapascos" es el afloramiento local del nivel freático de la región donde se localizan.

Las aguas de avenida descienden a la Cuenca tanto de la Sierra de Tlaxco como de la Malinche y de la Sierra del Citlaltépetl por una serie de ríos y arroyos; unos con curso definido y otros en constante cambio que se pierden rápidamente por infiltración en las llanuras. Los ríos de cauce definido logran en la época de fuerte precipitación que sus aguas desemboquen en las lagunas y ciénagas circunvecinas. Entre los ríos de

importancia con cauce definido son: Libres, Altzayanca, San Isidro y Chapultepec; sus desarrollos varían entre 20 y 60 Kms. de longitud.

El Río Altzayanca se distingue por tener en su valle fluvial una "terrazza de inundación", donde la labor del viento y la actividad del agua a pesar de las diferencias existentes entre una y otra, han tenido un punto de coincidencia como lo demuestra la formación de "Loess" en la terraza de éste. El Río Tecuac es afluente del San Isidro y se distingue por tener en su parte intermedia "meandros", ayudado por las características topográficas propias (lomeríos y colinas), de su valle fluvial.

Los torrentes engendrados por las tormentas que se descargan en las altas sierras, arrastran una pesada carga de derrubios mixtos preparados por la meteorización y erosión fluvial. La mayoría de esa carga se ha precipitado en forma de conos de deyección y depósitos deltáicos enfrente de las montañas, reduciendo su poder de transporte la pérdida de gradiente o por infiltración. Obstruidos por sus propios depósitos los torrentes se subdividen en innumerables canales que se desbordan a través de la llanura, la cual se cubre con un revestimiento de aluviones finos.

Cuando el agua llega al centro antes de su pérdida por infiltración, se forman lagunas y lagos transitorios. Los materiales disueltos se concentran por evaporación en forma de barro salino negro, cuando está húmedo o de sabana, cubierta de eflorescencias de color blanco deslumbrante durante el periodo de secas. Estas áreas inudables pueden ser designadas "playas salinas" por el hecho de contener sales disueltas; presentan una vegetación característica de ciénagas y pastizales de estepa en las áreas circunvecinas.

Las zonas inundables de importancia en la Cuenca lo constituyen las lagunas de Tepeyahualco (2,310 Mts. s.n.m.) y el Carmen (2,445 Mts. s.n.m.), localizadas en las depresiones de las Subprovincias de Libres y Huamantla respectivamente. Son alimentadas por la vertiente occidental que forman las Sierras de Tlaxco y La Malinche y comprenden en conjunto una zona de inundación de 16,000 Has., abarcando en épocas de mayor creciente hasta 40,000 Has., en regiones de escasa pendiente y poca profundidad de la llanura aluvial.

La actividad volcánica es la causa principal de la formación de esas lagunas, ya que actúa como barrera a través de los valles fluviales, siendo el único desagüe exterior la evaporación que es alta y por consiguiente los efectos han sido la formación de evaporitas; precipitación de carbonatos y sales alcalinas de aguas que han sido paulatinamente sobresaturadas por evaporación. Estas lagunas actúan como nivel base de erosión local para los cursos de aguas que en ellas desembocan y en términos generales puede decirse que su nivel es el afloramiento de aguas freáticas en la subprovincia en que se encuentran.

La llanura aluvial forma una serie de subcuencas inundables, que muy bien y sin grandes problemas, se podría establecer un sistema de

drenaje de una a otra, o hacia el exterior, que por su poco fondo el agua puede ser eliminada, ya que el objetivo principal sería drenar las lagunas, tanto para rescatar y bonificar terrenos para la agricultura como para aprovechar el agua que se pierde por evaporación.

AGUAS SUBTERRANEAS.—En la Cuenca hay abundantes pruebas de la existencia de importantes caudales de agua en el subsuelo, siendo en su totalidad meteórica, proporcionada por la lluvia y por infiltración a partir de ríos y lagunas.

El agua de lluvia penetra generalmente en un terreno permeable, tal como las arenas: éstas se empapan por completo hasta alcanzar la capa impermeable subyacente, que puede ser de arcilla, pizarra arcillosa, caliche o tepetate. Como esta superficie de contacto está inclinada siguiendo en líneas generales el relieve del terreno que desciende de las vertientes forman fuertes corrientes subterráneas a través de los valles fluviales. Esta agua subterránea que corre a favor de las pendientes, surge al exterior en la línea de contacto formada por la superficie compuesta de lomeríos y colinas y, la llanura, efectuándose un derrame en esta superficie de contacto que tiene la forma de ladera de valle (Subprovincia de Huamantla). Este derrame origina un encharcamiento o paraje cenagoso, localizándose una línea de manantiales de afloramiento o vertederos y de emergencia cenagosa.

Entre los manantiales de importancia destacan "Manantiales" con un gasto de 835 Lts./Seg. y temperatura de 23°C. y el de "Totolzingo" con un gasto de 300 Lts./Seg. y temperatura de 21°C. localizados en fisuras o grietas de conos volcánicos, cuyo origen se debe a las corrientes subálveas que al encontrar un obstáculo ígneo brotan por las fracturas. Se puede decir que la temperatura media de las aguas subterráneas en general varían de 18 a 21°C., la temperatura de 23°. correspondiente a "Manantiales" es debido a que su recorrido es más profundo.

De acuerdo con los datos obtenidos en los pozos de la región hay grandes variaciones de permeabilidad en el perfil estratigráfico del aluvión y la circulación varía de acuerdo con la porosidad de manera irregular, ya que en algunos casos va siguiendo los cursos de torrentes meándricos de antiguos ríos que depositaron guijarros, gravas y arenas gruesas.

En la llanura aluvial el nivel freático generalmente está a muy poca profundidad de 0.5 a 6 Mts. y en algunos lugares aflora, donde los acuíferos constituidos por gravas y arenas, rinden el agua con poco abatimiento. En las regiones aluviales de relieve abombado o accidentado, la superficie del agua subterránea o capa piezométrica está arqueada debajo de las colinas, siguiendo en líneas generales el relieve del terreno pero con superficie más suave.

La diferente profundidad del espejo de agua existente de pozos hechos a la misma altura, puede obedecer a la diferencia de sedimentación de uno y otro que da por resultado diferente porosidad y permeabilidad.

o a los taponés ígneos y corrientes lávicas que forman diques o parteaguas subterráneas que hacen que el agua corriente en el subsuelo se represe, aumentando de un lado en esta forma el nivel estático.

A continuación se da una tabla con los datos obtenidos en los pozos de las diferentes subprovincias, dando a conocer la variación del nivel estático en el aluvión. Naturalmente el nivel estático varía de las partes bajas hacia las altas.

Subprovincia de Huamantla	de	0	—	a	—	110	Mts.	Aprox.
Subprovincia de Libres	de	2	—	a	—	115	"	"
Subprovincia de Perote	de	20	—	a	—	110	"	"
Subprovincia de G. Victoria	de	4	—	a	—	25	"	"
Subprovincia de C. Serdán	de	25	—	a	—	140	"	"

La máxima profundidad alcanzada por un pozo en la formación aluvial es de 220 Mts. y hasta el presente no ha sido atravesada ésta. De acuerdo con lo anterior se estima que la potencia máxima varíe entre 275 y 350 Mts. Esta formación contiene alternancia de estratos permeables e impermeables, lo que origina la existencia de aguas cautivas y si se toma en consideración la altura de los niveles de alimentación, en las vertientes de la Cuenca, se estima que haya posibilidad de la existencia de acuíferos profundos confinados que puedan dar lugar en cierto grado al artesianismo.

CAPÍTULO V

G E O L O G I A

ESTRATIGRAFIA.—Descripción Litológica.

En el presente capítulo se describen las formaciones geológicas tomando en cuenta sus características, su distribución, así como su localización que se muestra en el plano geológico. Lámina N^o 2 (Véase plano geológico).

La secuencia de las rocas que afloran y las que se localizan como formas sedimentarias en la Cuenca, no guarda ninguna relación cronológica sucesiva, ya que los materiales que forman la superficie, en su gran mayoría son rocas ígneas extrusivas y sedimentos continentales. Solamente en determinados lugares ha sido posible suponer la edad y el orden cronológico de areniscas, pizarras calcáreas, margas y calizas (escasamente fosilíferas), depositadas en un medio ambiente marino. De manera que la edad que se les atribuye se basa en la secuencia estratigráfica observada y en la semejanza que presentan con la descripción de sedimentos conocidos en áreas vecinas.

La estratigráfica incluye areniscas y pizarras calcáreas del Jurásico; se considera que estas rocas de origen continental y marino sean las más antiguas que afloran. Las formaciones del Cretácico incluyen calizas y margas, estando representado por la mayor parte de sus divisiones, aflora en numerosas localidades y se cree que subyace donde no existen afloramientos de roca ígnea.

Las rocas del Terciario son rocas ígneas y piroclásticas más o menos estratificadas que aparecieron a partir del Mioceno. Los macizos andesíticos cuyos cráteres presentan un estado más avanzado de erosión, representan el periodo más antiguo que don Ezequiel Ordóñez señala que aparecieron en el Mioceno Superior. En el Cuaternario se han producido piroclásticos y lavas de composición más bien basáltica que andesítica, representando la última fase de actividad.

Las rocas del Pleistoceno Sedimentario, producto de las rocas anteriores, consisten principalmente de aluviones, arenas y margas lacustres. también incluye "Loess" y sedimentos lacustres producto de la descomposición de riolitas, andesitas y tobas.

Aluviones y Depósitos Lacustres

Los aluviones se localizan en los valles fluviales y los depósitos lacustres ocupan las partes bajas de la Cuenca. Estos depósitos cubren grandes extensiones y consisten, principalmente de arenas, limos, poca arcilla, gravas y margas lacustres, casi en su totalidad derivados de las rocas ígneas: las arenas predominan en gran porcentaje y entre ellas abundan las de tipo pumítico y "lapilli", éstas cubren una gran extensión al norte y al oriente de la Cuenca. Todos estos depósitos aluviales rellenan las depresiones con tendencia a nivelar la superficie del terreno. Estos depósitos alcanzan espesores de consideración, en algunos lugares su potencia puede llegar hasta 350 mts.

Depósitos Eólicos "Loess".

Son consecuencia de la erosión debido a la alternancia térmica y se presentan a lo largo de las zonas bajas. La formación de sus depósitos corresponde a dos agentes mixtos: a los vientos cargados de polvo y arena movediza y a las corrientes fluviales que las llevan en suspensión y acarreo, los cuales originan un baluarte natural de cerros y lomeríos de poca altura formando médanos; su depósito comienza dondequiera que la fuerza del viento se encuentre obstaculizada por irregularidades de la superficie, encontrándose zona eólicas en las faldas de taponés ígneos, principalmente en la terraza fluvial del Río Altazayanca.

Rocas Piroclásticas.

Se estima que son los materiales que cubren una mayor extensión en el área; de ellas se derivan los aluviones que rellenan las depresiones, encontrándose comúnmente estratificadas.

"Lapilli", Pómez y Cenizas.

Estos depósitos han provenido del gran número de aparatos volcánicos que existen en el área y de pequeños conos cineríticos conocidos por "Axalapascos". Estos materiales se encuentran estratificados, alternando entre sí y con sedimentos eólicos y lacustres: la mayor extensión de "lapilli" y ceniza volcánica de origen basáltico se localiza al oriente de San Salvador El Seco. Las arenas pumíticas forman estratos de gran espesor y cubren grandes extensiones al norte de la Cuenca, principalmente en las áreas que se consideran como subprovincias de Libres y Perote.

T o b a s .

Son abundantes, se presentan en gruesos bancos y cubren extensas áreas en los taludes de las prominencias andesíticas, encontrándose cementadas o alteradas con arcilla; generalmente estas zonas alteradas están en los bordes más húmedos de las sierras. Abundan tobas de origen andesí-

tico, riolítico y basáltico, predominando las primeras. Las cenizas, arenas de tipo pumítico y el "lapilli", ordinariamente presentan una clara estratificación, encontrándose como estratos en la formación aluvial.

En la Sierra de Tlaxco y en los taludes de las prominencias que forman las sierras del Citlaltépetl y Perote al oriente de la Cuenca, se localizan las mayores extensiones de tobas derivadas de magmas andesíticos. La Sierra Blanca, que es una prominencia formada por varios cráteres de explosión, está constituida en su totalidad por tobas riolíticas de color blanco, compuestas por capas gruesas de pómez y cenizas riolíticas alteradas, por lo que son sumamente erosionables.

Brechas.

Se presentan en las faldas de los aparatos volcánicos y en su mayoría derivan de las andesitas, generalmente están consolidadas pero mal cementadas. Solamente en las cercanías de la Población de Oriental, en el Cerro de la Magdalena existe una brecha volcánica bastante bien cementada constituida por clásticos derivados de andesitas y basaltos. Abundan en las faldas del Volcán de la Malinche, así como en el Pico de Orizaba, brechas andesíticas cuya causa de desintegración ha sido la acción congelante, localizadas en los taludes a manera de canchales. También existen brechas en los cerros gemelos llamados "Las Derrumbadas": su nombre les viene de los derrumbes que ocasionan los torrentes en sus fuertes pendientes. La destrucción es consecuencia de una alteración química ya que son sumamente quebradizas, ocasionando colosales conos de deyección y aglomerados a base de brechas andesíticas. Don E. Ordóñez en su "Descripción de la Topografía de los Llanos", señala que esa alteración de las andesitas es posible que se haya producido químicamente por gases fumarólicos hoy casi extinguidos, únicamente comprobada por las sulfataras de "Los Humeros" abierta en su base.

ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS.

ANDESITAS.—Forman el núcleo de los principales macizos montañosos. Se encuentran andesitas de variados tipos, tal como en la Sierra de Tlaxco, en la cual se agrupan constituyendo series tabulares. Las andesitas de textura porfídica son las que alcanzan una mayor distribución, divididas en las siguientes unidades: andesitas de Hornblenda y Augita, Volcán de la Malinche y Cerro Pinal; andesita de Augita e Hiperstena, Volcán Pico de Orizaba. En el Cofre de Perote se presentan andesitas asociadas con derrames basálticos. Existen también andesitas eminentemente afaníticas como en los cerros de Las Derrumbadas y de Mazapiltepec, así como en otros de menor altura.

BASALTOS.—Se presentan en las faldas de los aparatos volcánicos como corrientes lávicas, constituyendo extensos malpaisés, algunos como el de Vigía de 300 Kms.² Existen basaltos de los tipos compacto,

amigdaloides, escoriáceo y visicular; se les localiza en conos aislados y en algunas sierras pequeñas en forma de coladas de lava que se encuentran en las cercanías de la población de El Carmen. Las mayores extensiones basálticas se localizan al norte de la Cuenca, en las faldas del Macizo de Ocotepezingo, formando el extenso Malpais de Vigía y al oriente de San Salvador El Seco constituyendo el Malpais de San Nicolás. La mayor parte, si no todos los "axalapascos" con cráteres formados por coladas lávicas y material cinerítico de origen basáltico. En el Cerro de Torija, al occidente de Las Derrumbadas existe la variedad basáltica de olivino; esta roca de color gris y en parte rojiza, está sumamente fracturada y a su vez, rellena de calcita.

RIOLITAS.—Se encuentran en el Cerro de Pizarro que se levanta como una de las mayores eminencias en la Cuenca (3039 Mts.). Esta roca se presenta con una estructura eminentemente flúida y fractura concoide con escasos cristales de cuarzo y feldespatos a simple vista. Su estructura bandeada o pseudostratificada a manera de corriente, varía en colores, de gris claro a rojizo.

En la parte más elevada de la Sierra Blanca en una especie de tapón cilíndrico existen riolitas de naturaleza tobácea, constituidas por pómez y envolviendo numerosas bombas de obsidiana negra. Estas ocupan la parte central, posiblemente de lo que fue un gran cráter, el cual está rodeado de tobas riolíticas.

TRAQUITAS.—Se localizan en el Cerro de Cuauhtepac, el cual forma una eminencia aislada al norte de la Cuenca. Por su estructura fluidal y su constitución pertenece a las traquitas vitróficas, es porfídica, estando pseudostratificada como resultado del flujo en la cual los cristales de feldespato tienen una orientación subparalela que es muy común en esta roca; en este Cerro, esta roca se encuentra en parte asociada con riolitas semejantes a las del Cerro Pizarro.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

PORFIDO ANDESITICO.—Esta roca se localiza en la Sierra de Atzalán intrusionando a calizas del Cretácico. Su estructura corresponde a la de un apófisis (stocks), con diques de 2 a 6 mts. En esta Sierra hacia el S-W. tiene las características de una roca intrusiva (Diorita); hacia el norte se presenta como una andesita eminentemente afanítica.

MONZONITA.—Es holocristalina. Aflora en la parte media de la Sierra de Techachalco intrusionando a calizas y también a pizarras correspondientes a la Serie Necoxtla del Cretácico. El apófisis se presenta como macizo intrusivo en la parte media de la Sierra y al sur; hacia el norte hipabisal a manera de diques, cuyas dimensiones varían de cms. a 4 mts. de espesor y en la parte más alta aparece mostrando las características de una roca extrusiva.

ROCAS METAMORFICAS Y SEDIMENTARIAS.

ARENISCAS —Aflora en forma de escarpa al S-W. al pie del talud oriental del Cerro Pinal, constituyendo la divisoria de la Cuenca. Esta roca se encuentra sumamente intemperizada y es posible que sea la roca más antigua que aflore dado su grado de metamorfismo por lo que petrográficamente se puede identificar como una cuarcita, se advierten capas de color café-amarillento, representadas por areniscas de grano fino a medio, con matriz arcilloso, presenta horizontes de conglomerado de cuarzo y lateralmente se encuentra asociada con lutitas apizarradas de color amarillo y café-gris. Los sedimentos citados representan depósitos de tipo continental y sublitoral carentes de fósiles, semejantes petrológicamente a la descripción de la formación Huizachal (Jurásico Medio), de la Cuenca de Tampico-Tuxpan o a la Formación Salina de la Cuenca Salina del Istmo, correspondientes al Triásico-Jurásico.

PIZARRAS. — Existen dos grupos de pizarras calcáreas escasamente fosilíferas que de acuerdo con su descripción pertenecen al orden de su depósito: sus afloramientos son escasos, dificultando su correlación, el hecho de que se interponen rocas ígneas; de manera que nombre y edad con que son designadas se basa en la semejanza que presentan con sedimentos descritos y conocidos en áreas vecinas.

I.—Pizarras Calcáreas arcillosas.—Se localizan al norte de la Cuenca y forman el límite hidrográfico de ésta. Su color varía de café oscuro en la base, a calizas puras de color gris claro en los estratos superiores, en la que los sedimentos pasan de arcillo-arenoso, arcillo-calcáreo y finalmente calizas en los estratos superiores; sedimentos que denotan claramente una transgresión local. El color oscuro de estos estratos en la base, se debe a la presencia de restos orgánicos alterados y a la existencia de material bituminoso, presente en algunos horizontes de calizas negras. En estos depósitos se encontraron formas fósiles impresas (calcificadas), cuyos rasgos distintivos pertenecen a las ammonitas, en las que no fue posible identificar la especie. Estas rocas pasan gradualmente hacia la base a pizarras por diferencia de sedimentación y localmente tienen una apariencia completamente esquistosa.

De acuerdo con lo expuesto, la edad que define esas capas es la del Jurásico Superior, tomando en cuenta la descripción que hace el Ing. L. Benavides con respecto a la secuencia de sedimentos pertenecientes al Portlandiano de la Provincia de Teziutlán.—Zona de Veracruz. (Notas sobre la Geología Petrolera de México, 1958).

II.—Pizarras calcáreas arcillosas, ligeramente satinadas.—Estas rocas forman una serie de pizarras de colores claro, gris-amarillento, blanco-agriado, con intercalaciones de caliza apizarrada y aun de esquistosidad. Esta serie aflora en dos localidades: en la Sierra de Techachalco y al occidente

de San Juan Atenco aproximadamente a 1.5 kms. de éste, (carretera de El Seco a C. Serdán). Es posible que estas rocas pertenezcan a lo que E. Böse llamó Pizarras Necoxtla.

En estas rocas se hicieron dos láminas delgadas y en ellas se observaron algunos microfósiles. Según el Dr. A. Ayala, "estos fósiles indican claramente que no se trata de una roca del Cretácico inferior (Neocomiano Aptiano), sino más bien del Cretácico medio o superior".

CALIZAS.—Invariablemente dentro de la Cuenca las calizas representan sedimentos del Cretácico y parece ser que aflora en sus tres porciones atendiendo a la división tripartita (inferior, medio y superior). Todo esto se puede aclarar haciendo estudios paleontológicos completos y detallados. Estas rocas calcáreas afloran como bloques escarpados estando en algunas localidades alteradas por metamorfismo dinámico y térmico, en parte presentan una recristalización (marmorización), otras que al sufrir avanzado metamorfismo en el contacto con las rocas intrusivas se alteraron transformándose en Cornubianitas (Pizarras de la Sierra de Techachalco). Entre los principales afloramientos de calizas se mencionan las Sierras y Cerros de: Tepayahualco Tecoxtepec, Alchichica, Techachalco, Ponchinto, Xochitonal y Soltepec; así como una serie de cerros y afloramientos de menor importancia, desde el punto de vista de sus alturas. Todas estas prominencias no tienen una elevación mayor de 250 mts., tomando como referencia el nivel medio del terreno donde afloran.

La descripción condensada del cretácico en la Cuenca, es como sigue:

El Cretácico Inferior no se identificó, pero es posible que se encuentre dado el gran número de afloramientos de calizas que existen en la Cuenca. Las pizarras Necoxtla que se han venido considerando como pertenecientes al cretácico inferior, son del cretácico medio o superior, según el Trabajo del Dr. A. Ayala (próximo a publicarse), el cual se hace alusión al hablar de las pizarras. El Cretácico Medio está expuesto en la Sierra de Tecoxtepec con calizas pertenecientes a la Serie Escame-la. *Caprinuloideo* sp. (Cenomaniano). Esta formación parece tener una mayor distribución superficial debido a la gran semejanza litológica con otros afloramientos.

El Cretácico Superior se encuentra bien expuesto en la Sierra de Alchichica, representado por calizas y margas, correspondientes a las formaciones: Agua Nueva, San Felipe y Méndez (según plano geológico de la Cuenca de Veracruz); en esta sierra fueron identificados horizontes muy fosilíferos de *Inoceramus labiatus* (Turoniano).

TECTONICA.—*Rasgos Estructurales.*

La Cuenca se localiza formando parte de la Gran Provincia Neovolcánica Mexicana, en una región que se presenta en un altiplano, relativa-

mente deprimida y diámetro aproximadamente equidimensional que se caracteriza por su desagüe interno, con marcadas propiedades de meseta, analizada exteriormente.

El nombre de "Cuenca de Oriental-Serdán" se le ha dado por ser de carácter endorréico, es decir, por no tener un desagüe exterior superficial y ser una depresión continental de la corteza que ha experimentado un relleno con sedimentos, producto de la erosión de las rocas circundantes. Estas rocas han sido originadas por levantamientos corticales, de estructuras sedimentarias y prominentes volcanes, dando lugar por su elevación a una meseta interior, surcada por cañones y barrancas exteriores.

La Cuenca de Oriental-Serdán se distingue por su gran altitud (2,300 mts. s.n.m. nivel más bajo), y por estar rodeada por unas de las prominencias más altas de la República Mexicana: como son los volcanes de: La Malinche (4,461 mts.), Pico de Orizaba (5,747 mts.) y el Cofre de Perote (4,282 mts.), y por bloques afallados y edificios volcánicos que se encuentran a nivel más bajo que las rocas circundantes, originando una serie de subcuencas y hoyas tectónicas (fosas), dentro de la Cuenca. Estas depresiones localmente son zonas afalladas revestidas con sedimentos aluviales y piroclásticos de edad cuaternaria que proceden de su amazón montañoso.

La Cuenca es una fosa formada por barrera, en gran parte volcánica, a diferencia de las fosas tectónicas que se caracterizan por estar situadas arriba de bloques hundidos. La causa de su origen se debe al tectonismo manifestado principalmente por la actividad volcánica que ha formado prominentes macizos andesíticos que la limitan al oriente y poniente particularmente. Estas prominencias ígneas (Pico de Orizaba, Cofre de Perote y La Malinche), que limitan a la Cuenca, forman parte de la fractura continental que atraviesa a la República, constituyendo parte de lo que se considera Eje Neo-Volcánico o Sierra de los Volcanes.

Las sierras sedimentarias, así como bloques de calizas que se localizan aisladas, formaron parte de las zonas orogénicas que tuvieron su nacimiento en diversos periodos a partir del Jurásico, principalmente en el Cretácico y su levantamiento se desarrolló hasta el Mioceno: periodo que fue acompañado de grandes afallamientos y una subsecuente actividad ígnea que ha continuado hasta el presente.

Dos sucesos correspondientes a la tectónica general de la República, están en estrecha relación con la formación de la Cuenca pudiéndose exponer en dos fases, ligada una de la otra, siendo éstas: la formación de la Sierra Madre Oriental (en el Geosinclinal Mexicano) y la formación del Eje Volcánico o Cadena Neovolcánica, los cuales parece indicar que se cruzan en lo que se considera como Cuenca de Oriental, siendo los acon-

tecimientos estratigráficos y tectónicos relacionados con lo que comúnmente se ha escrito sobre ellos.

De acuerdo con los sedimentos encontrados, así como de los estudios paleogeográficos existentes que abarcan esta área se deduce que durante el Mesozoico, particularmente en el Jurásico Superior y Cretácico, la actual área que ocupa la Cuenca permaneció sumergida. En el Jurásico Superior se encontraba situada entre la Plataforma de Tamaulipas y Península de Oaxaca aproximadamente a la mitad de estas dos; durante todo el Cretácico permanecía en iguales condiciones como consecuencia de una gran transgresión que dio origen al geosinclinal mexicano cuyo levantamiento a fines del Cretácico y principio del Terciario dio lugar al desarrollo de la Sierra Madre Oriental.

Los bloques que ahora emergen formaron una unidad plegada y a la vez arqueada, posiblemente lo que fue un gran anticlinorium. Las estructuras sedimentarias que se encuentran presentes en los bloques calcáreos se encuentran sumamente erosionadas; pero característicamente impresas en el espesor de sedimentos e incluye a sinclinales y anticlinales más o menos abiertos, pliegues isoclinales que al prolongar su estudio aparecen como verdaderas recumbencias, pliegues tumbados, cobijaduras y mantos de corrimiento con falla, que aparecen como pliegues cabalgantes. Los ejes de los pliegues se orientan casi paralelamente de N-W. al S-E., siendo de un modo general paralelos al rumbo principal de la cadena, en la cual se considera que los corrimientos están dirigidos hacia el noreste como resultado de una presión del suroeste. La actividad volcánica puesta de manifiesto, es de esperar que ha de haber aprovechado las fracturas y fallas que se desarrollaron en las formaciones calcáreas al sufrir el levantamiento orogénico. Esto se puede asegurar ya que el sistema montañoso forma series volcánicas alineadas que aparecen como rellenos de fracturas corticales.

La región sufrió su primer levantamiento orogénico, debido a la presión lateral, a principios del Terciario (Eoceno). Un segundo levantamiento de sus montañas, con muchas dislocaciones por falla a mediados del Terciario (Mioceno), que dio origen a la actividad volcánica (Volcán de la Malinche). Un tercer levantamiento con sus montañas circundantes hacia el final del Terciario (Plioceno), que dio lugar a un grupo posterior de volcanes (Cofre de Perote y Pico de Orizaba), después de lo cual fue convertida en meseta interna que dio origen a una profunda erosión y acumulación de sedimentos aluviales, lacustres y eólicos que se depositaron durante el Pleistoceno. Este último levantamiento ha llevado a la superficie a altitudes que oscilan entre 2,300 y 5,747 mts., desde el comienzo del Pleistoceno. Este levantamiento de la región para formar una zona de tierras altas, que ha sobrevenido se puede interpretar como resultado de la isostacia.

Dentro de la Cuenca, en las planicies de las subprovincias de G. Victoria y C. Serdán, se localizan cráter-lagos cineríticos denominados en la región con los nombres: Alchichica, Quechulac, La Preciosa, Atescaqui, Tecuitlapa, Aljojuca y otros de menor tamaño sin agua. Estos "axalapascos" se presentaron como erupciones secundarias (parásitos) y pertenecen a los llamados volcanes de explosión. Don E. Ordóñez en la descripción que hace de ellos dice: "Estos volcanes fueron engendrados por una causa local que sólo ha obrado momentáneamente en la parte superior de un magma eruptivo situado a no muy grandes profundidades y parecen ser las manifestaciones forzosas a que se reduce la acción eruptiva en las regiones volcánicas, cuya historia de actividad toca su fin".

Estos volcanes son de edad relativamente reciente. Por su forma y estructura, resultado de la actividad volcánica, pertenecen al tipo de explosión, que suelen ser formidables explosiones que lanzan su primitiva superestructura terminal (cima) y queda lo que se denomina "caldera". La estructura de los "axalapascos" se presenta como cordones cerrados formados en la periferia por depósitos piroclásticos entre los cuales como es natural, abundan fragmentos de rocas del área. Estos fragmentos con los piroclásticos forman conos compuestos mixtos, apareciendo capas sucesivas de cinerita estratificada que alterna irregularmente con coladas de lava basáltica en forma de lenguas. ("Axalapascos" de Alchichica, Aljojuca y Tecuitlapa).

Otros se presentan con una estructura del tipo de Maars que son perforaciones como "sacabocados" en la superficie de la corteza terrestre, cuya periferia no marca ningún relieve distinguible en la llanura, siendo su constitución principal el material cinerítico y piroclásticos: tales como cenizas, tobas, "lapilli" que alternan irregularmente ("Axalapascos" de Quechulac y La Preciosa).



CAPÍTULO VI

SUELOS.—Origen y Formación.

La formación del suelo y subsuelo en las planicies de la Cuenca, ha sido consecuencia de una activa denudación (meteorización, erosión y transporte), que pone de manifiesto la disolución y la desintegración mecánica y química de las diferentes rocas que se localizan en el interior o que la limitan. Este efecto ha traído como consecuencia una acumulación de sedimentos continentales, donde las subcuencas endorreicas han sido el receptáculo de potentes depósitos de sedimentos que representan el material procedente de la erosión de los sectores levantados.

El proceso por el cual se lleva a cabo la descomposición de las rocas de un modo general, obedece a dos factores: I.—Cambios físicos o mecánicos, por los cuales los materiales son desintegrados a causa de los cambios de temperatura, la acción de las heladas y de los organismos. II.—Cambios químicos que producen la descomposición de los minerales, su disolución y desmenuzamiento por acción del agua, el oxígeno y el anhídrido carbónico, así también el efecto biológico de los organismos. El primero consiste en la desintegración y el segundo en la disolución.

En capítulos anteriores se hizo referencia a las diferentes rocas ígneas y sedimentarias que forman las eminencias que limitan a la Cuenca o que están dentro de ella: rocas que constituyen el fondo de la misma. Estas rocas bastante accidentadas, deben serlo también las sepultadas, con altos internos que hagan de parte-aguas subterráneos y depresiones que formen valles y cuencas cerradas y aisladas. Sobre este conjunto de roca descansa el complejo relleno de aluvión que en varios lugares pasa de 250 mts., como lo demuestran las perforaciones. Posiblemente la potencia máxima sea un poco mayor de 350 mts.

De un modo general ese espesor de sedimentos está formado por clásticos transportados mecánicamente y de materiales llevados en solución, los cuales varían desde carbonatos, arcillas, arenas (de fina a gruesa), hasta brechas y cantos de diámetro de consideración. Entre los estratos de que está constituido el relleno de aluvión, se presentan: arenas pumíticas, materiales cinerítico, gravas y formaciones calcáreas (caliche). Estos depósitos se encuentran aflorando o se localizan en diferentes niveles en el aluvión siendo comúnmente atravesadas por las perforaciones de pozos de

agua: algunos de estos depósitos son considerados como lentes intraformacionales endurecidos, como las gravas y conglomerados bien cementados que se han interpretado como cauces meándricos de antiguos ríos. Los materiales transportados en solución han sido depositados en cierto grado por el efecto de la evaporación y por la precipitación de carbonatos y otras sales, en forma de caliche y tepetate de aguas saturadas que por capilaridad han ascendido, formando un estrato llamado "costra dura" en la superficie del terreno, o dentro del aluvión constituyendo estratos de gran espesor.

Los depósitos superficiales en la Cuenca están situados sobre rocas y estratos antiguos y más compactos, cuyo perfil yace directamente sobre las rocas que lo formaron por erosión y descomposición (sedentarios), pero la mayor parte de los suelos se han desarrollado sobre una gran variedad de depósitos sueltos transportados hasta su actual yacimiento por la acción de la gravedad, el viento, el agua y en cierto grado por el hielo (transportados). Es conveniente dar un resumen de estos atendiendo a su modo de origen, juntamente con los depósitos de mantos sedentarios, es decir, que no han sufrido transporte alguno.

Los sedimentos transportados por los ríos y depositados en las lagunas (lacustres), consisten de aluviones y depósitos de sales alcalinas; su distribución comprende lo que se considera como las zonas inundables de El Carmen y Tepayahualco. Los sedimentos consisten en barros alcalinos negros y eflorescencias tequesquitosas blancas a manera de salmueras.

Los depósitos que han sido transportados por los ríos o remevidos por el agua circulante (fluvial), son los que en proporción abarcan una mayor distribución y se localizan en lo que se considera como las planicies de los valles. Estos depósitos consisten en arcillas, limos, arenas y gravas de textura y composición sumamente variables. En las subprovincias de Huamantla y G. Victoria por ejemplo, predominan en gran porcentaje los aluviones derivados por meteorización e intemperismo a partir de las rocas ígneas; en cambio en las subprovincias de Libres, Perote y C. Serdán los aluviones han derivado de material pumítico, los cuales alcanzan espesores de consideración.

Los depósitos que han sido transportados por gravedad (coluvial), incluyen sedimentos derivados del derrumbamiento y cribado, los cuales forman aglomerados, fanglomerados y brechas, localizados en los taludes de las prominencias. Estos depósitos se encuentran situados principalmente en las sierras: Blanca, Derrumbadas, Malínche y del Citlaltépetl. Su desintegración obedece a la irregularidad del clima (cambios bruscos de temperatura, vientos frecuentes y fuertes, humedad variable y por último lluvias de carácter torrencial).

Los depósitos formados por el hielo a partir de aguas de fusión de nieves (fluvioglacial), son escasos y están limitados a las partes altas de las montañas circundantes, que están coronadas por nieves perpetuas o

periódicas como por ejemplo el Pico de Orizaba, La Malinche y el Cofre de Perote. Los depósitos consisten en barro glacial y canchales.

La labor del viento como agente de transporte y por consiguiente de sedimentación en la Cuenca, consiste en el removimiento de los depósitos llevados por las corrientes fluviales y también de los materiales incoherentes y secos que no se hallen protegidos por una cubierta de vegetación. Estos depósitos consisten en "Loess" los cuales constituyen médanos arenosos y arenales detríticos, localizados en lo que se considera como la terraza fluvial del Río Alzayanca.

Todos estos depósitos tales como las tobas detríticas, conglomerados y brechas, sedimentos eólicos, sedimentos lacustres y aluviones son las formaciones más modernas de la Cuenca. Sobre éstas ya descritas, se tienen los suelos de diversos espesores y naturaleza, en varios lugares deslavados por la erosión provocada por la tala de la cubierta forestal.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS EN GENERAL

El principal obstáculo para clasificar los suelos radica en que no existe un patrón taxonómico conveniente que muestre sus relaciones y haga más sencilla la interpretación de las grandes áreas.

Existen varios intentos para clasificar y abarcar todos los diferentes tipos de suelo, basados en factores independientes, que han dependido del punto de vista del clasificador y del grado de conocimientos que posee acerca del suelo. Los primeros esquemas de clasificación se han basado en los caracteres superficiales (textura), o en factores independientes del suelo (clima), mientras que los últimos métodos han tendido a basarse en las características propias del mismo suelo (perfil): estableciendo que el factor fundamental en el desarrollo de los diferentes tipos de suelo es el clima. La mayoría de los sistemas de clasificación están comprendidos en uno o más de los siguientes grupos:

- 1.—Ecológico (vegetación nativa).
- 2.—Agronómico (uso agrícola, características de la textura).
- 3.—Geológico (origen, a partir de la roca madre).
- 4.—Climático (influencia de la precipitación pluvial y de la temperatura).
- 5.—Químico (reacción ácida o alcalina, Ph y composición).
- 6.—Edafológico (características del perfil del suelo).

Se ha llegado a un acuerdo general de que los suelos son el resultado de las relaciones mutuas del material madre, clima y vegetación como caracteres principales y tiempo, topografía y drenaje como factores secundarios. La mayoría de las clasificaciones reconocen casi siempre el material madre y el color del suelo y a menudo hacen subdivisiones. Otras clasificaciones son híbridas o francamente mixtas, (Geológica, Climática y Edafológica con más frecuencia), usadas en áreas de extensión reducida

mientras que otras que se usan para áreas de mayor extensión están íntimamente ligadas a una base de clasificación particular.

Los esquemas de clasificación de Vilensky, Marbut, Glinka y otros, intentan mostrar ciertas relaciones mutuas entre los factores de clima, precipitación y temperatura, con las condiciones del suelo resultante. La influencia del clima fue tomada por Glinka, así como el movimiento de la humedad como base fundamental para su clasificación, dividiéndola en dos grupos principales: Suelos Ectodinamórficos, cuya formación es influenciada principalmente por los factores exteriores, y Suelos Endodinamórficos son aquellos en que la estructura del suelo depende de las características de la roca madre.

Los suelos Ectodinamórficos se dividen a su vez en suelos zonales e intrazonales. Son suelos zonales, los que se deben a la influencia directa de los efectos generales climáticos que predominan en una zona de clima definido. Suelos intrazonales, los que se deben a la influencia de factores hidrológicos locales que modifican en una pequeña extensión las condiciones predominantes de una zona de clima, debido a efectos locales.

Los suelos Endodinamórficos se dividen en azonales, es decir, que no se deben a condiciones climáticas generales o hidrológicas locales.

La clasificación Glinka (1914) se dividía en dos grupos principales: suelos Ectodinamórficos, cuya formación es influenciada principalmente por los factores exteriores y suelos Endodinamórficos, formados principalmente por sus factores internos o sean los contenidos por ellos mismos:

ECTODINAMORFICOS.

- 1.—Condiciones de humedad.
 - A. Lateritas.
 - B. Terra Rosa.
 - C. Suelos Amarillos.
- 2.—Condiciones medias de humedad.
 - A. Potsols.
 - B. Suelos grises de Bosque.
 - C. Chernozioms alterados.
- 3.—Condiciones moderadas de humedad.
 - A. Chernozioms y Regur.
- 4.—Condiciones insuficientes de humedad.
 - A.—
 1. Castaños.
 2. Cafés.
 3. Grises.
 4. Rojos.
 - B.—
 1. Costras café.
 2. Costras de cal.
 3. Costras de yeso.
- 5.—Condiciones excesivas de humedad.
 - A. Ciénagas.

- B. 1. Praderas montañosas.
- 2. Tundras secos.
- 6.—Condiciones temporales de humedad excesiva.
 - A. Solonetz.
 - B. Solonchak.

ENDODINAMORFICOS.

- 1. Rendzina.
- 2. Suelos esqueléticos varios.

Las unidades de este esquema se designan por el color del solum o por términos que indican el drenaje o la estructura. Cada una de estas "unidades" comprende muchas variaciones de carácter que no reconoce el esquema de clasificación.

Charles F. Shaw (1928), presentó una clave taxonómica de los suelos, la cual comienza en el tipo y sigue hasta los grupos más amplios. En forma de cuadro se presenta de la manera siguiente.

- 1.—Orden. (Carácter del Material del suelo).
 - A.—Suelos Minerales.
 - 1.—Suelos Primarios.
 - 2.—Suelos Secundarios.
 - B.—Suelos Orgánicos.
- 2.—Clase (Basada en su reacción Climatérica).
 - A.—Sinecalcis (Sin cal. Neutro o ácido).
 - B.—Cumcolcis (Con acumulaciones de cal. Básicos).
- 3.—División (Basada en su composición. Origen Geológico).
 - A.—Suelos que provienen de rocas ácidas ígneas.
 - B.—Suelos que provienen de rocas básicas ígneas.
 - C.—Suelos que provienen de rocas areniscas y pizarras.
 - D.—Suelos que provienen de rocas calizas.
 - E.—Suelos que provienen de rocas indeterminadas.
- 4.—Familia (Basada en el carácter de los perfiles completamente maduros.—Edafológica).
 - A.—Arcillo-compactum.
 - B.—Ferro-saxeum (o sili-ferro-saxeum).
 - C.—Calci-ferro-saxeum.
 - D.—Calci-saxeum.
- I.—Subfamilia (características específicas del perfil maduro).
 - A.—Muchas familias individuales.
- II.—Estado (Basado en la edad o estado de desarrollo.—Edafológico).
 - A.—Solum crudum (reciente. No intemperizado).
 - B.—Solum semi-crudum (joven. Ligeramente intemperizado).
 - C.—Immaturum (medianamente intemperizado).

- D.—Semi-maturum (fuertemente intemperizado).
- E.—Maturum (completamente intemperizado).
- III.—Grupo (Basado en el color del suelo superficial. Edafológica)
 - A.—Suelos grises.
 - B.—Suelos amarillos. (Con subgrupos que se distinguen por las variaciones de tonos del color).
 - C.—Suelos pardos.
 - D.—Suelos rojos.
 - E.—Suelos oscuros.
- 5.—Serie. (Uniforme en todas las características con excepción de la textura del suelo superficial. Edafológico).
Más de 170 series individuales.
- 6.—Tipo. (Unidad de clasificación y levantamiento. Uniforme en todas sus características.—Edafológico).
Generalmente cada serie encierra unos cuantos tipos.

Este es el esquema más completo de clasificación que distribuye los tipos de suelos, agrupándolos en categorías cada vez más connotativas.

La primera división de los grandes grupos de suelos que representan las unidades de mayor magnitud, como podrá verse en la descripción que a continuación se hace, se debe a Marbut. Este agrupamiento se ha ido mejorando con nuevos estudios. Se presenta por la forma concisa y clara, y por no constituir variaciones de trascendencia, que por otra parte, tanto un agrupamiento como otro, están sujetos a variaciones.

LOS GRANDES GRUPOS DE SUELOS.—Zonales e Intrazonales.

Los grandes grupos de suelos se desarrollan de acuerdo con los siete procesos de formación que a continuación se exponen y que se denominan: Calcificación, Laterización, Podsolización, Gleización, Salinización, Solonización y Solotización, los cuales se explican en forma concisa y general.

CALCIFICACION.—La calcificación es el proceso de lexicación incompleta, caracterizado por la presencia de un horizonte de acumulación de carbonato de calcio en el perfil del suelo. Se desarrolla con vegetación natural de estepas o de matorral desértico en los climas secos, áridos y desérticos, donde muchas veces la lluvia puede ser considerable, pero no tan grande ni tan frecuente para que las aguas de infiltración arrastren los carbonatos de calcio y de magnesio más allá del nivel superior del suelo.

LATERIZACION.—La laterización es el proceso de intemperización intensa por la acción de grandes cantidades de agua, actuando en un ambiente de temperatura elevada y en condiciones de drenaje fácil. Se presenta en climas muy húmedos, de temperatura cálida y templada y corresponde a suelos de intemperización avanzada donde los procesos químicos han tenido un desarrollo más alto. Son pobres en bases, principalmente en calcio y hay riqueza en óxidos de fierro y aluminio. Entre

las lateritas propiamente dichas se distinguen dos importantes variedades: las que son ricas en hierro y las que son ricas en aluminio. Estas últimas, cuando son de alta calidad, constituyen la bauxita, la única mena que permite extraer el aluminio a una escala comercial.

PODSOLIZACION. — Es un proceso de eluviación química, en condiciones de humedad abundante y drenaje fácil. El fenómeno se realiza en forma característica en las regiones bien drenadas de los climas fríos y húmedos, con vegetación alta natural de bosques o chaparrales; pero algunas categorías de este suelo se encuentran asociadas con vegetación de pradera o cualquier tipo de clima que permita la formación del humus ácido que requiere el desarrollo de este suelo. Por la influencia del lixiviamiento húmico extremadamente ácido el complejo sufre una descomposición y los sesquióxidos, juntamente con el humus, son arrastrados de los horizontes superiores y depositados en otros más profundos, precipitando primero la materia húmica e inmediatamente debajo los sesquióxidos.

GLEIZACION. — El fenómeno de la gleización se desarrolla en los bajíos o depresiones sujetas a inundaciones estacionales, que ocasionan frecuentes fluctuaciones en el nivel del manto freático. La capa "gleizada" es un horizonte blanqueado y manchado por los óxidos de hierro, donde no han sido lixiviados los álcalis ni la alúmina y es muy reducido el movimiento hacia abajo de los óxidos de hierro, presentando por lo tanto, una acumulación de óxidos de manganeso, óxidos de hierro hidratado, de cal y de yeso; esta capa "gleizada" se encuentra abajo de un horizonte superior grisáceo o negro perfectamente delimitado. El contenido de materia orgánica se reduce considerablemente hacia abajo a partir de los 45 cm., hasta reducirse a cero.

La gleización puede efectuarse tanto en los climas fríos como en los templados y calientes. Es un proceso netamente local, que se desarrolla con vegetación natural de gramíneas y juncáceas, cuyos detritus son destruidos por fermentaciones anaerobias que producen ácidos orgánicos y bióxido de carbono.

SALINIZACION. — La salinización es el proceso de acumulación en el perfil del suelo, de un exceso de sales solubles denominadas álcalis blanco o salitre, que están formadas por cloruros y sulfatos de sodio, potasio, calcio, magnesio y algunas sales raras. El fenómeno ocurre en todos aquellos lugares de mal drenaje, donde el agua de infiltración produce la acumulación de las sales, o en lugares de antiguas lagunas donde el agua ha estado sujeta a una continua evaporación por la radiación solar. La salinización se produce en todos los climas.

SOLONIZACION. — La solonización es el proceso de transformación de las sales del salitre en carbonato de sodio y otros carbonatos de reacción alcalina marcada, que se denominan álcali negro o tequesquite, generalmente nocivo para la vida de las plantas, y que imparte al suelo una estructura especial con características típicas.

SOLOTIZACION.—La solotización es el proceso de degradación del suelo por efecto de lexiaciones repetidas, que desdoblan la arcilla hidratada en ácido silícico insoluble y sesquióxidos que son arrastrados por las aguas, quedando un horizonte eluviado, blanqueado, relativamente rico en sílice. La solotización origina los suelos alcalinos degradados.

En 1925 Gedroiz propuso un esquema de clasificación basado en la composición química de los compuestos de absorción y cuyas separaciones principales son las siguientes:

- | | | |
|--|---|---|
| A.—Saturados con bases, (no tienen el ion H en los compuestos de absorción). | } | I.—Chernoziom. Los compuestos de absorción, saturados con Ca. y Mg. |
| | } | II.—Alcalinos. (Solonetz) presencia de Na. en los compuestos de absorción con Ca. y Mg. |
| B.—No saturados con bases (contienen el ion H en los compuestos de absorción). | } | III.—Podsol. Los compuestos de absorción contienen trozos de Ca. y Mg. |
| | } | IV.—Laterita. Los iones H exceden a los cationes de Ca. y Mg. |

Para hacer que esta clasificación comprenda todos los suelos distribuidos en una región cualquiera, cada categoría debe generalizarse omitiendo pequeñas variaciones. En esta clasificación sólo se reconocen las diferencias químicas principales.

El esquema siguiente que se debe a A. D. Hall y G. W. Robinson (1956), puede considerarse como una tentativa para abarcar la mayoría de las clases de suelos. Esta clasificación está basada en la disposición y descripción estratigráfica de los horizontes orgánicos e inorgánicos del perfil de los suelos ya conocidos y descritos en las otras clasificaciones. En forma concisa y de cuadro se presenta en la forma siguiente:

A).—**SUELOS CON FILTRACION LIBRE:**

1^o—Suelos lixiviados (climas húmedos):

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| a) Presencia de humus bruto. | Podsoles. |
| b) Ausencia de humus bruto | } |
| | Suelos gris pardo podsolizados. |
| | Tierras pardas. |
| | Chernoziems degradados. |
| | Suelos de pradera. |

2°—Suelos lixiviados incompletamente (climas semiáridos y áridos).

- a) En climas templados
 - Chernoziems.
 - Tierras chestnut.
 - Suelos pardos semidesérticos.
 - Suelos grises semidesérticos.
 - Suelos desérticos.

- b) En climas tropicales y sub-tropicales
 - Chernoziems tropicales, etc.

B).—SUELOS CON FILTRACION IMPERFECTA O IMPEDIDA:

1°—Ausencia de sales sódicas:

- a) Ausencia de turba
 - Suelos gley.
 - Suelos vley.

- b) Presencia de la turba Suelos turbosos.

2°—Presencia de sales sódicas

- Suelos salinos.
- Sueols alcalinos.
- Suelos soloti.

HUMEDAD DEL SUELO.—SUS FORMAS Y MOVIMIENTO

Las formas bajo las cuales existe el agua en el suelo se clasifican de la siguiente manera: higroscópica, capilar y de gravedad. Shaw ha propuesto una cuarta: el agua de "adhesión" que comprende un término medio entre la higroscópica y la capilar (The Normal Capacity of Solis, C. F. Shaw, Soil Science, Vol. 23, 4 April 1927).

Agua Higroscópica.—Es la que se encuentra presente en un suelo secado al aire. Hilgard define más exactamente el coeficiente higroscópico, como la cantidad de agua que un suelo seco puede absorber de una atmósfera saturada cuando se encuentra a una temperatura uniforme de 15°C.

Agua de Adhesión.—Es la que se encuentra, además de la higroscópica, retenida en el suelo por la absorción coloidal en forma de película, rodeando los granos del suelo y que no puede moverse bajo la influencia normal de las fuerzas de las películas.

Agua Capilar.—Es la retenida en o entre los granos del suelo por la adhesión entre el suelo y el agua y por las fuerzas de tensión superfi-

cial y que puede moverse libremente bajo la influencia de las fuerzas de las películas.

Agua de Gravedad.—Es la que se encuentra en exceso y que fluye libremente bajo la influencia de la fuerza de gravedad.

Como se sabe, la humedad del suelo es función de un conjunto de factores físicos como son: la evaporación, turbulencia del viento, la altitud, temperatura del suelo y la profundidad a que se encuentra el nivel freático. A su vez la humedad cambia si el terreno es rocoso, o si el suelo es cultivado; asimismo si hay cubierta de bosques o en general de vegetación.

No contando con datos precisos sobre la evaporación, ni con instrumentos para medir directamente la humedad en el terreno, se hizo uso de observaciones y experiencias, en las que se deducen las siguientes conclusiones generales, según D. Mead W. (Hidrology, 1950.—McGraw-Hill Book Co., Inc. Nueva York).

1a. La evaporación del suelo crece con la precipitación.

2a. La evaporación del suelo es menor que en la superficie libre del agua.

3a. La evaporación en suelos cubiertos de césped es mayor que en los suelos desnudos o cultivados.

4a. La evaporación en suelos cultivados (no sembrados) es menor que en los suelos desnudos.

5a. La evaporación en suelos profundos es mayor que en suelos delgados (ambos con drenaje subterráneo).

Podemos también agregar que la evaporación es mayor mientras más cercano se encuentra el nivel freático a la superficie del terreno, es decir, que se intercepta más o menos la franja de capilaridad o que aflore el nivel freático.

DISTRIBUCION Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS EN LA CUENCA.

“El suelo como objeto de descripción, es un cuerpo natural que ocupa la parte superficial de la tierra, compuesto de materias minerales y orgánicas, que tiene horizonte más o menos definidos de eluviación e iluviación”. (Shaw, 1927).

En conclusión, puede definirse suelo como la capa residual del manto de rocas detríticas, formado paralelamente a la superficie de la tierra, donde los procesos físicos y químicos de descomposición cooperan en asociación íntima con los procesos biológicos.

El levantamiento de los suelos en la Cuenca, tuvo como base el plano fotogramétrico de la República Mexicana, con curvas de nivel cada 50 mts., publicado por la Secretaría de la Defensa Nacional. Para la identificación y demarcación de los suelos en las partes bajas, o sea en las planicies, se tomó como referencia el levantamiento de plancheta, efectuado rencias entre sí, que dificulten su localización en el campo.

La clasificación y distribución de los diferentes tipos de suelo en losa de un gran número de pequeñas separaciones que tengan ligeras diferencias por la Secretaría de Recursos Hidráulicos con curvas de nivel cada 5 mts. to y relativamente amplias, con preferencia, a una identificación escrupulosa Cuenca, está basada en la descripción de unidades de fácil reconocimiento.

SUELOS SEDENTARIOS.

Grupo de Suelos Endodinamórficos.

Suelos de Topografía Accidentada y Rendzinas.—Los suelos localizados en los relieves accidentados incluye a las rendzinas y a los llamados de Montañas. Suelo que Glinka denominó en su clasificación endodinamórficos y azonales, es decir, que no se deben a condiciones climáticas generales o hidrológicas locales. El proceso por el cual son formados, se designa con el nombre de Edafoización. Estos suelos están determinados por las características propias y originales del relieve topográfico y de la roca madre, los cuales actúan más enérgicamente que los agentes atmosféricos.

Las Rendzinas en la Cuenca incluye a todos aquellos perfiles que han sido desarrollados directamente sobre rocas sedimentarias (calizas, etc.), ígneas (andesitas, tabas, etc.), y metamórficas (pizarras, etc.), el perfil de suelo observado en estos, es la transición a partir de la roca madre a subsuelo y suelo por erosión de la roca, generalmente este perfil está disperso en algunos lugares la roca madre se encuentra completamente desnuda. Estos suelos desde el punto de vista agrícola son estériles; la vegetación natural consiste en pastos y arbustos. (Véase plano geológico).

Los Suelos de Montaña o de relieve accidentado corresponde a los que han sido desarrollados o que están situados en las partes más elevadas, generalmente de serranías, cerros o lomas, con una topografía que impide el aprovechamiento agrícola en grandes áreas. La vegetación natural predominante es la de bosques de coníferas. (Sierra de Soltepec, Del Citlaltépetl, Tlaxco, Malinche, etc. Véase plano Topográfico).

Este grupo de suelos se determinó en el plano simultáneamente con el mismo símbolo, ya que en la mayor parte de la Cuenca las rendzinas se localizan dentro de lo que se considera como suelos situados en relieves de topografía accidentada.

Grupos de suelos Ectodinamórficos.

Estos suelos están determinados por la influencia directa de las condiciones climáticas generales que predominan en la Cuenca (suelos zonales), modificados por factores hidrológicos locales, que cambian las condiciones predominantes del clima, debido a las características topográficas propias de la Cuenca (Suelos intrazonales).

Suelos formados por el proceso de Gleización, Salinización y Solotización. Este grupo de suelos se encuentran estrechamente asociados con

características similares, cuyos rasgos distintivos se deben a la presencia o ausencia en el perfil del suelo de sales sódicas, cloruros, sulfatos, carbonatos y sesquióxidos. Los suelos se han desarrollado y están limitados a las áreas consideradas como depósitos de sedimentos lacustres de la Cuenca (Lagunas del Carmen y Tepeyahualco. Véase plano geológico). Su formación se debe a la influencia de factores hidrológicos locales, en gran parte a la eflorescencia capilar salina, por efecto de una continua evaporación.

Suelos "Gley".—Se trata de suelos desarrollados en los bajíos o depresiones de la Cuenca que están sujetos a inundaciones debido al mal drenaje superficial y también que la infiltración se encuentra impedida, sin acumulación de turba. Estos suelos ocupan lo que se considera como los vasos de recepción de las lagunas de Ovando, El Carmen y Tepeyahualco, los cuales conservan agua durante todo el año (véase plano de suelos). El perfil consta de un horizonte superficial rico en humus, con estructura migajosa gruesa, más abajo se localiza un horizonte rico en óxidos de fierro que se denominan "horizonte gley". El color del suelo es gris oscuro casi negro. La vegetación natural consiste en plantas herbáceas hidrófilas propias de ciénagas. Estos suelos desde el punto de vista agrícola son inaprovechables.

Suelos Salinos.—Estos suelos están estrechamente asociados con los suelos "Gley" debido a que las zonas inundables sufren frecuentes fluctuaciones, por lo tanto el nivel freático también, el cual se encuentra a poca profundidad (de 0 a 0.5 mts.), siendo determinado el contacto por el cambio de vegetación así como por el color. La salinización ha tenido lugar debido al mal drenaje y un nivel freático poco profundo, sujeto a la capilaridad por una continua evaporación. Estos suelos ocupan las partes marginales de las lagunas. (Véase plano de suelos). Debido al alto contenido de sales, estos suelos no tienen rendimiento agrícola. El aprovechamiento consiste en la extracción de las eflorescencias salinas en forma de tequesquite, para diferentes usos.

La salinización consiste en la acumulación en el perfil del suelo de un exceso de sales solubles denominadas álcali blanco o salitre y álcali negro o tequesquite, formados por cloruros, carbonatos, nitratos y sulfatos y algunas sales raras. El color de este suelo es de gris claro a blanco en épocas de seca y cuando está húmedo es gris oscuro o casi negro. La vegetación consiste en pastizales propios de áreas que tienen concentraciones salinas. Dentro de los suelos salinos existen divisiones según su grado de salinización por lo que a este suelo se le puede denominar "Solonchak", que es el correspondiente a la etapa de la invasión salina.

Cabe hacer notar la observación hecha sobre la bonificación de los terrenos salitrosos llevada a cabo en las haciendas de "Ojo de Agua" y "Atlapaleca", en las cuales los propietarios de estos terrenos han conseguido mejorar los suelos alcalinos, por medio del proceso de lavado y entarquinamiento, hasta transformarlos en ricas zonas productoras de alfal-

fa y remolacha, dentro de las áreas salinas. A estas áreas salinas en las cuales han desaparecido las sales, produciéndose la recuperación original del suelo, la clasificación de Glinka le denomina "Soloth".

Suelos "Soloty" (alcalinos).—Estos se encuentran fuera de las zonas inundables: pero han sido derivados de las áreas salinas por el arrastre del exceso de sales sódicas. El perfil del suelo consiste en un horizonte superficial blanco gris, con alto contenido de carbonatos de sodio y un horizonte inferior de color gris oscuro, rico en sesquióxidos. La vegetación natural de pastos es raquítica, debido a que este suelo ha sido firmemente cementado hasta un endurecimiento semejante al de la roca, el cual no se suaviza al humedecerse, siendo éste el carácter de un perfil completamente maduro. Charles F. Shaw en su clasificación de suelos le denomina a este horizonte endurecido "Saxeum", que otros autores le dan el nombre de "costra dura". (Véase plano de suelos).

DEPOSITOS DETRITICOS TRANSPORTADOS Y EN CONSTANTE CAMBIO.

Depósitos formados por gravedad debido al derrumbamiento y cribado (coluvial), estos consisten en fanglomerados, brechas y aglomerados, depositados en forma de talud a manera de canchales, conos de deyección y abanicos aluviales. Se localizan en los taludes de las sierras: Blanca, Las Derrumbadas, La Malinche y Del Citlaltépetl. Estos depósitos desde el punto de vista efaológico, son de gran importancia, ya que aportan gran cantidad de sedimentos a las partes bajas.

Depósitos Eólicos (Loess).—Son sedimentos depositados por el viento a partir de las corrientes fluviales que les llevan en suspensión y acarreo. Estos materiales ocupan una área reducida: su depósito se debe a las irregularidades del relieve topográfico y debido a esto, los ríos cargados de azolve construyen lagunas transitorias (Terrazas de inundación), que al desaparecer en épocas de secas, el viento origina una serie de acumulaciones de arena y montículos detríticos (médanos), con una vegetación esporádica y raquítica. Naturalmente en estos terrenos las labores agrícolas se dificultan. Estos depósitos se localizan principalmente en la terraza fluvial del Río Alzayanca.

Depósitos Volcánicos.—Los depósitos de origen volcánico son los que alcanzan una mayor distribución superficial en la Cuenca: de ellos se han derivado en gran parte los aluviones y por lo tanto, es en ellos donde se tiene el mayor aprovechamiento y rendimiento agrícola. Su distribución es un tanto generalizada ya que son grandes zonas, donde predomina el material volcánico. Estos depósitos han dado suelos cuya textura varía de un modo general, de migajones de arena gruesa a muy fina, casi en su totalidad de naturaleza pumítica y localizados en superficie de microrrelieve. Su distribución comprende, hacia el norte: las planicies de las subcuencas de Libres y de Perote; hacia el sur de la Cuenca: el área que circunda a la población de C. Serdán. (Véase plano de suelos).

DEPOSITOS FLUVIALES.

La característica principal de los suelos que han sido desarrollados a partir de depósitos transportados por corrientes de agua (Fluviales), es la de ser de texturas arenosas, siendo más arenosos en las partes altas y las más expuestas al viento, así como en los arrastres de los arroyos que provocan la acumulación de extensos bancos arenosos. Estos suelos se localizan en los valles fluviales principalmente, los cuales alcanzan una gran distribución en la Cuenca y son de amplia utilidad agrícola, debido a esto los horizontes del suelo están mezclados unos con otros hasta la profundidad alcanzada por las labores agrícolas, resultando un perfil mixto y alterado.

La característica principal del relieve topográfico en los terrenos de aluvión, es la de ser muy variable, principalmente a lo largo de las vegas de los ríos. El límite de estas vegas está muy bien marcado, en las cuales, las corrientes cortan el tepetate formando depresiones muy bien delimitadas que se rellenan con los materiales transportados por los ríos y que a veces se inundan, en los periodos de corrientes máximas. En las partes más bajas se tienen áreas de terreno menos ligeros, tendiendo a migajones arcillo-arenosos, con superficie suave de microrrelieve. Estos lugares son las áreas marginales de inundación que sirven de transición, o sea las partes en que se dispersan los ríos y arroyos al desembocar en las lagunas (Depósitos deltaicos. Véase plano de suelos).

Por último se tienen las colinas y regiones con gravas con una topografía en general referida a una serie de abanicos aluviales de ladera de montaña, con pedregosidad de pie de monte. Estos terrenos están situados principalmente en la parte baja de la vertiente oriental, donde los ríos tienen un desarrollo corto, sucedidos de una infiltración rápida que impide la formación de cuerpos de agua en la superficie. La textura de los suelos en las partes más bajas y donde ha sido posible su formación, varía de migajones de arena gruesa a fina.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.—La Cuenca de Oriental-Serdán se encuentra localizada sobre la Sierra Madre Oriental (en el Geosinclinal Mexicano). A la vez situada entre las sierras de La Malinche y Del Citlaltépetl, las cuales forman parte de la Sierra de los Volcanes o Eje Neo-Volcánico. Se concluye, que el cruce de las dos, tectónicamente, dio lugar a la formación de la Cuenca.

2.—Se aprecia que en el conjunto de las estructuras sedimentarias del Cretácico, los ejes de los pliegues y rumbos de las capas, se orientan casi paralelamente entre 30° y 60° S-E. Ocasionalmente, la orientación de las capas está modificada por efecto de rocas ígneas.

3.—Dentro de la Cuenca aflora, aunque muy esporádicamente, el Cretácico y parece ser que en sus tres divisiones (Inferior, Medio y Superior), para tal aceptación se recomienda la identificación paleontológica y detallada de los afloramientos del Cretácico y de otras formaciones anteriores, con objeto de que éstas contribuyan a que se conozca mejor la estratigrafía y la tectónica de la Cuenca.

4.—De los rasgos morfológicos que presenta la Cuenca, se desprende que su conjunto lo forman cinco subprovincias o subcuencas cada una con marcadas diferencias microclimáticas, fisiográficas y geohidrológicas.

5.—La Cuenca de Oriental-Serdán ofrece grandes perspectivas para el aprovechamiento de las aguas subterráneas, principalmente por medio de la perforación de pozos para regar zonas agrícolas, o para uso industrial, dentro de la Cuenca. Se hace notar, que los proyectos de extracción de agua de la Cuenca para llevarla a otras zonas, es limitada: de otro modo daría lugar a problemas posteriores.

6.—El proyecto de sacar el agua contenida en los cráter-lagos, encauzándola hacia el área de Perote, Ver., para obras hidroeléctricas, es viable, mediante un estudio completo de detalles (Instalación de Estaciones Termoplumiométricas, Aforos, Reforestación, etc.), con el fin de que permitan conocer el grado de recuperación hídrica. De no hacerlo así modificaría a la climatología regional y por lo tanto a la agricultura, fuente principal de riqueza en la región.

7.—Aprovechamiento integral de las zonas inundables, estableciendo un sistema de drenaje: como objetivo principal, rescatar y bonificar

terrenos para la agricultura, así como también aprovechar el agua que se pierde por evaporación.

8.—La bonificación, sistemática, de aproximadamente 60,000 Has. alcalinizadas, que en la actualidad son terrenos inútiles, bajo jurisdicción federal. Este sistema de bonificación sería por lavado y desalado mediante drenes, y entarquinamientos de las zonas drenadas, aprovechando las avenidas de los ríos afluentes, cargados de azolve.

9.—Reforestación y evitar la tala forestal.—Estos dos factores juegan un papel muy importante en la Cuenca y tiene como objeto principal aumentar el contenido de materia orgánica, de la que carecen los suelos e incrementar la precipitación; además en las partes altas evitar la denudación. En las bajas, como medida de protección para evitar el deslave y azolve. La Reforestación en forma de cortinas rompe-vientos, en las partes bajas es recomendable teniendo en cuenta que la acción eólica es causante de uno de los problemas más serios, en la conservación de los suelos.

10.—Perforar pozos profundos de exploración, de 250 a 350 mts., por lo menos uno en cada subcuenca (Pozos que a la vez tendrían utilidad agrícola). De estos se obtendrían los siguientes datos que por su importancia deben ser conocidos.

a).—Obtener datos generalizados sobre la constitución petrológica del perfil estratigráfico del subsuelo, a la vez, aunque localmente, conocer la constitución del basamento sobre el cual descansa la formación aluvial.

b).—De los datos anteriores formar una columna estratigráfica, en la que se aprecien las proporciones medias de los diferentes sedimentos que la forman, que después servirán para estudiar, con datos de más pozos, el almacenamiento subterráneo y su posible variación de acuerdo con la permeabilidad.

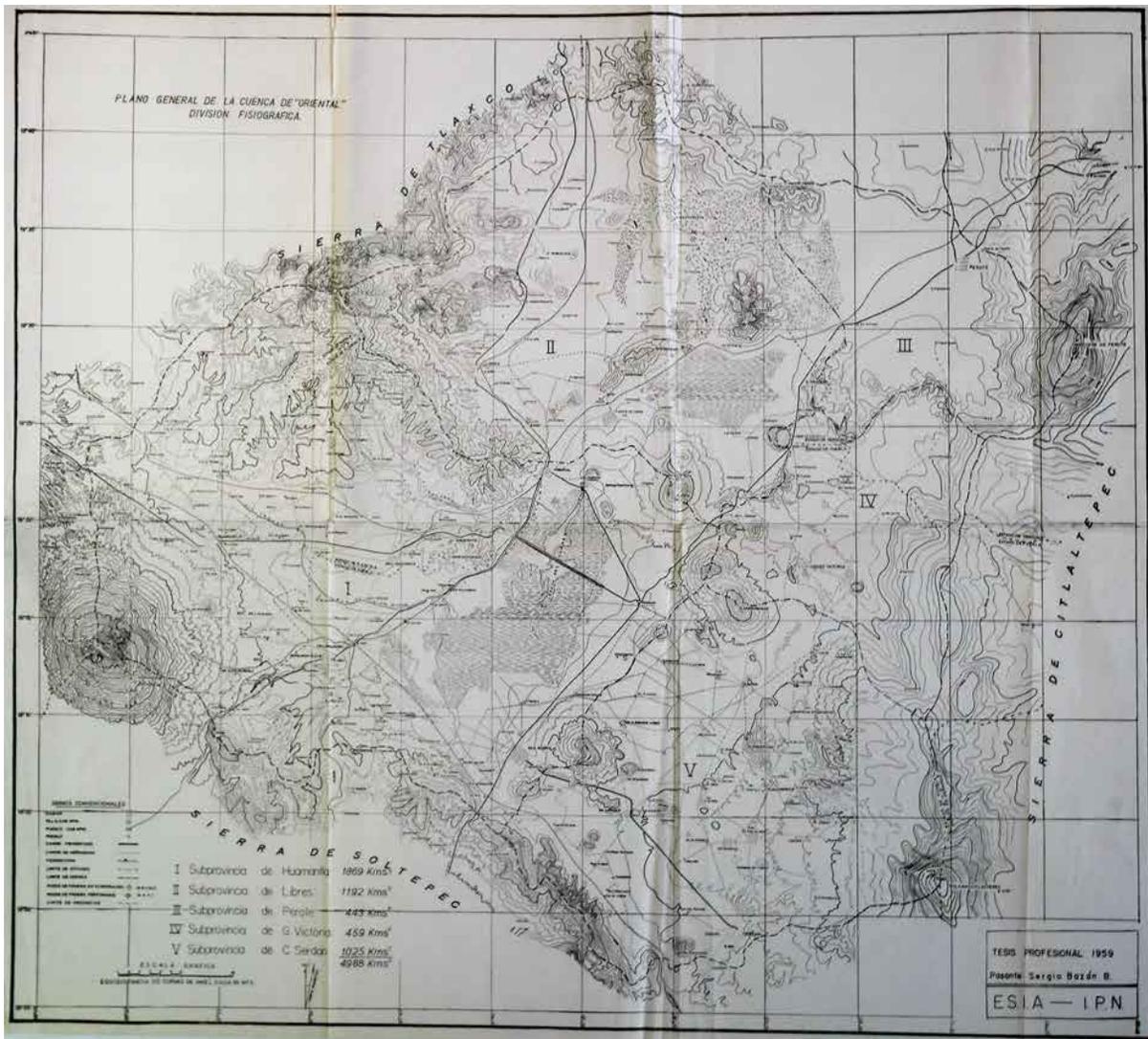
c).—Conocer la probable existencia de aguas profundas confinadas, o la presencia de posibles resumideros.

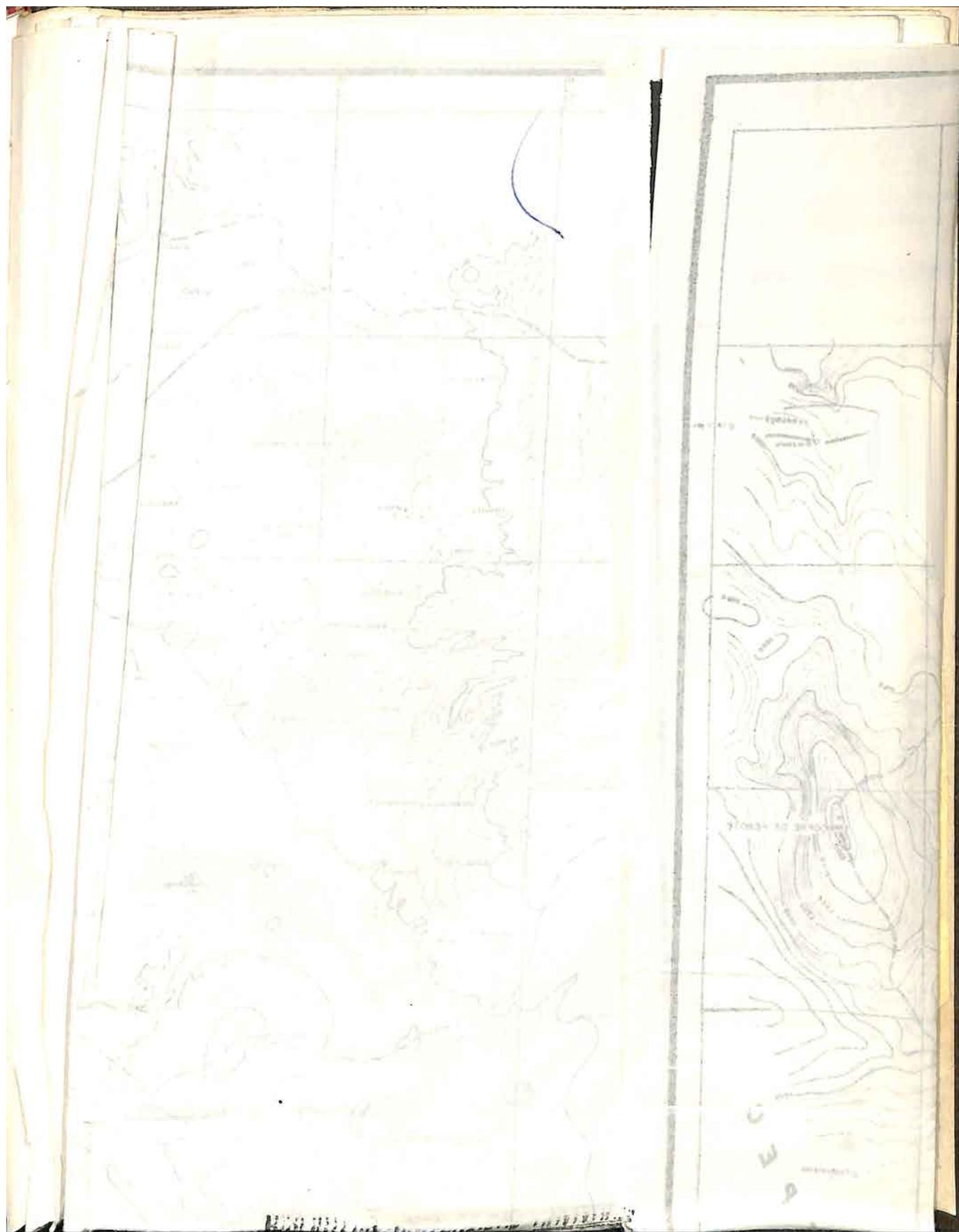
BIBLIOGRAFIA

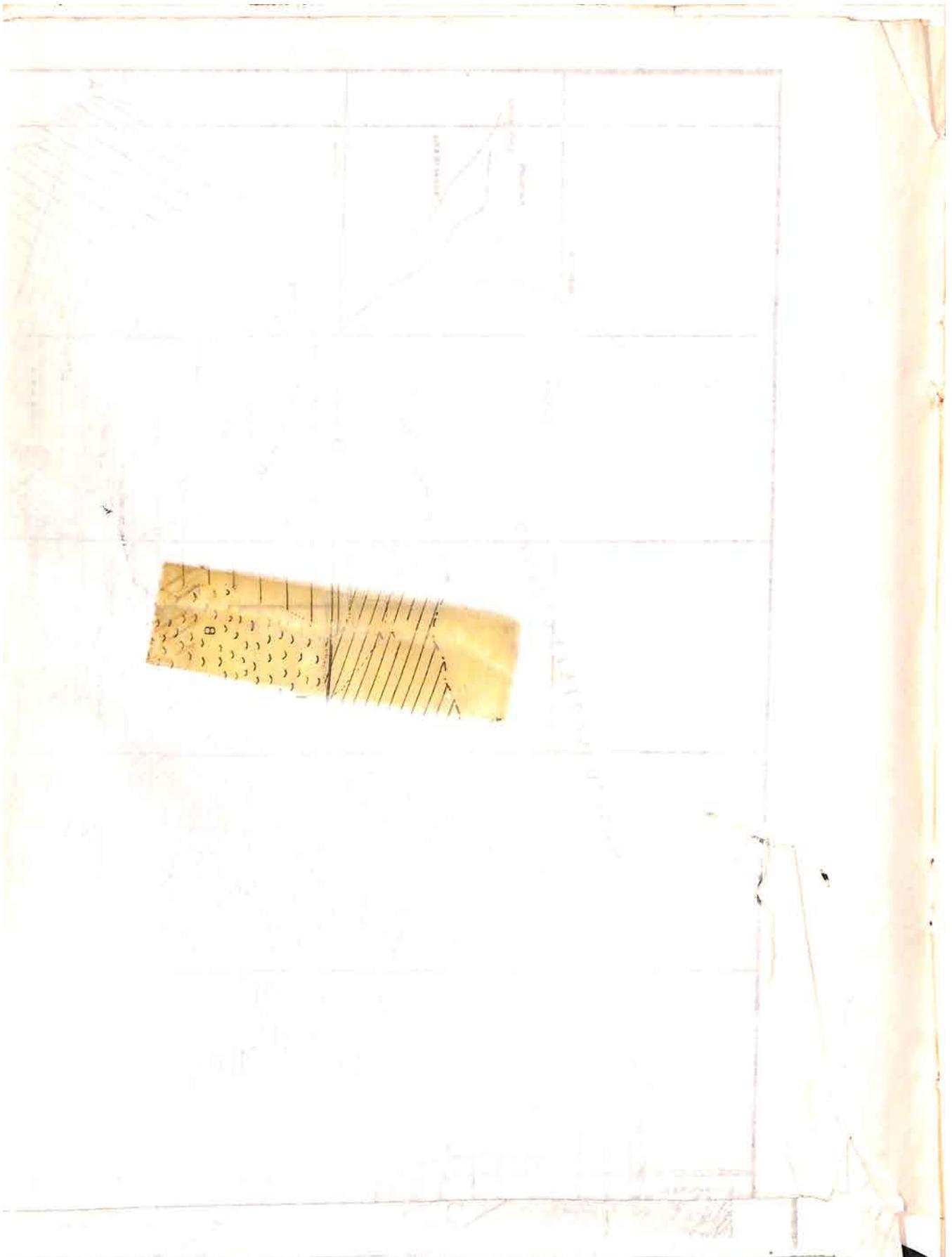
- | AUTOR | O B R A |
|---------------------------|--|
| Benavides, Luis. | 1956.—Notas sobre la Geología Petrolera de México. III.—Zona de Veracruz, XX Congreso Geológico Internacional |
| Blásquez L., Luis. | 1956.—Guía de la Excursión A-15. XX Congreso Geológico Internacional. México. |
| De la O. Carreño Alfonso. | 1954.—Las Provincias Geohidrológicas de México. Boletín Núm. 56 del Instituto de Geología; 1a. y 2a. parte. |
| F. Shaw, Charles. | 1927.—Proceedings of the First International Soil Lime Congress, Washington D. C. (Traducción). |
| Frech, Fritz. | 1938.—Geología de los Suelos, 4a. Edición, Munich. (Traducción). |
| Glinka, D. K. | 1940.—Die Typen der Bodenbildung Borntrager, Berlín. Boletín (Traducción). |
| Hall A. D. Robinson G. W. | 1956.—The Soil. Londres. Editorial John Murray. (Traducción). |
| Holmes, Arthur. | 1952.—Geología Física. Barcelona. Capítulos: V, IX, X, XIII, XVIII, XIX y XX. (Traducción). |
| López Ramos, Ernesto. | 1957.—Elementos de Sedimentología y Estratigrafía. México. Capítulos: II, III, VI, XIV y XVIII. Edición Escolar. |
| López Ramos, Ernesto. | 1958.—Estratigrafía de México. Edición Escolar. |
| Marbut, F. C. | 1927.—The great soil groups of the world and their development. Londres. Boletín. (Traducción). |
| Nikiforoff, C. C. | 1939.—Método para registrar los datos de los suelos. (Traducción). |
| Ordóñez, Ezequiel. | 1904.—Los axalapascos del Edo. de Puebla. Instituto de Geología. Parergones. Vol. I. Capítulos: IX y X. |
| Vivó, Jorge. | 1957.—Geografía Física. 7a. Edición. México. Capítulo XVII. (Suelos). Edición Escolar. |

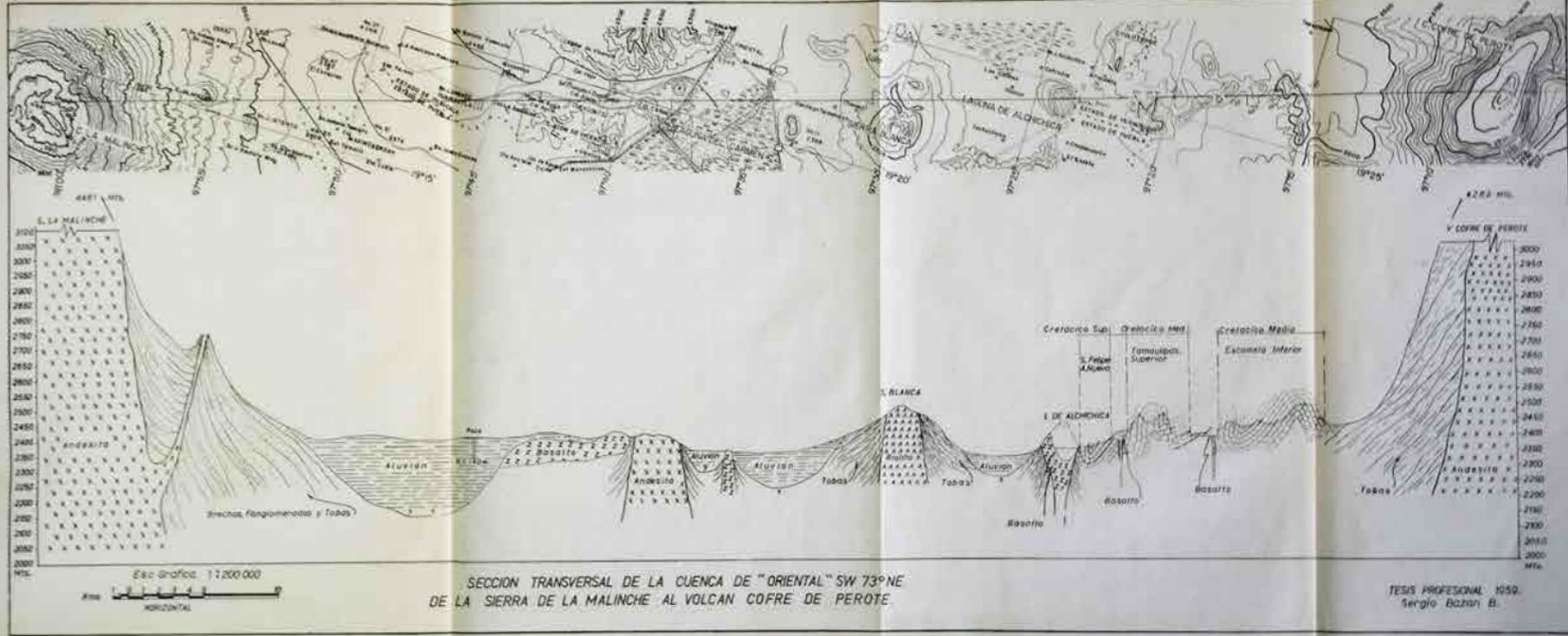


PLANO GENERAL DE LA CUENCA DE "ORIENTAL"
DIVISION FISIOGRAFICA.



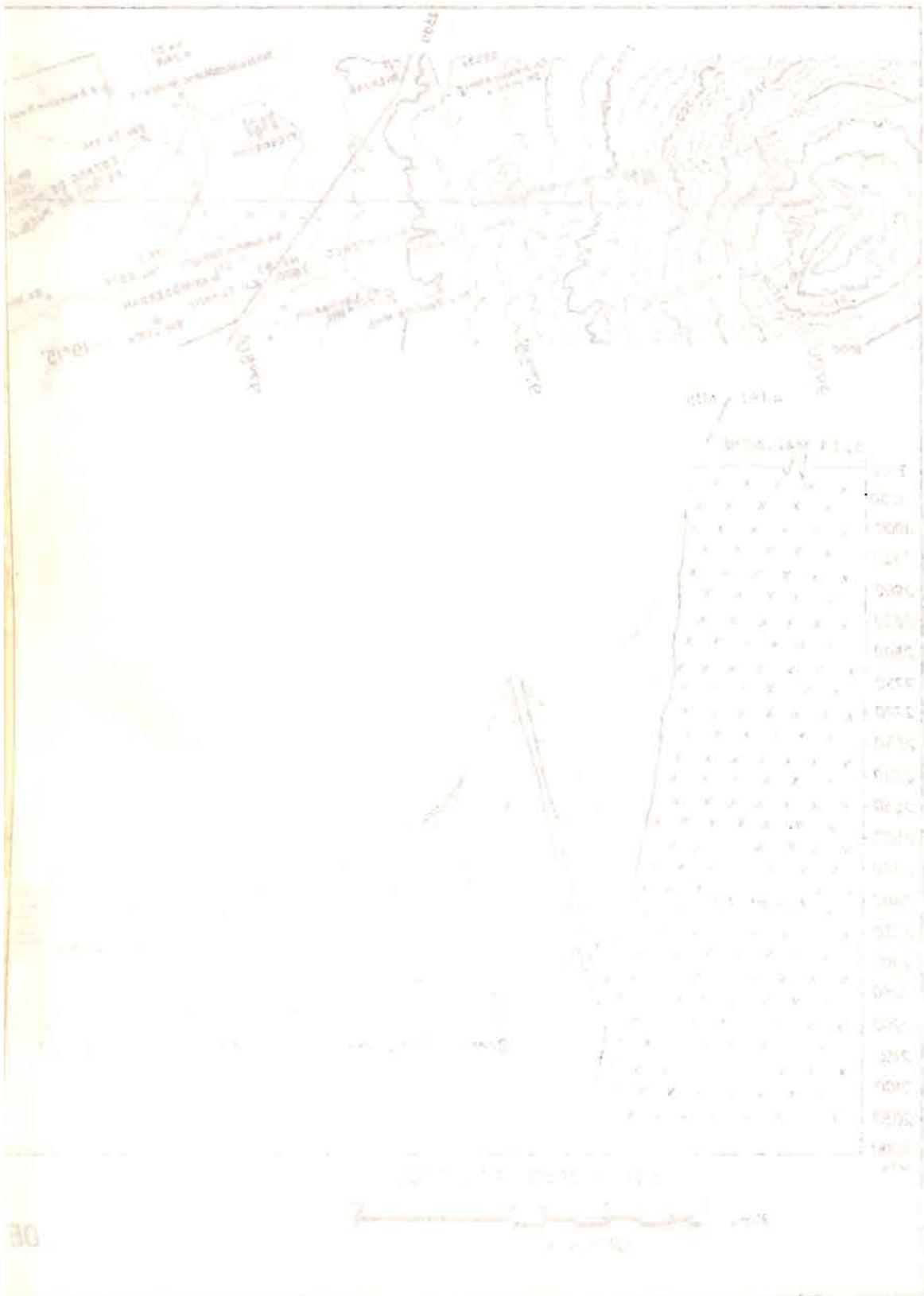


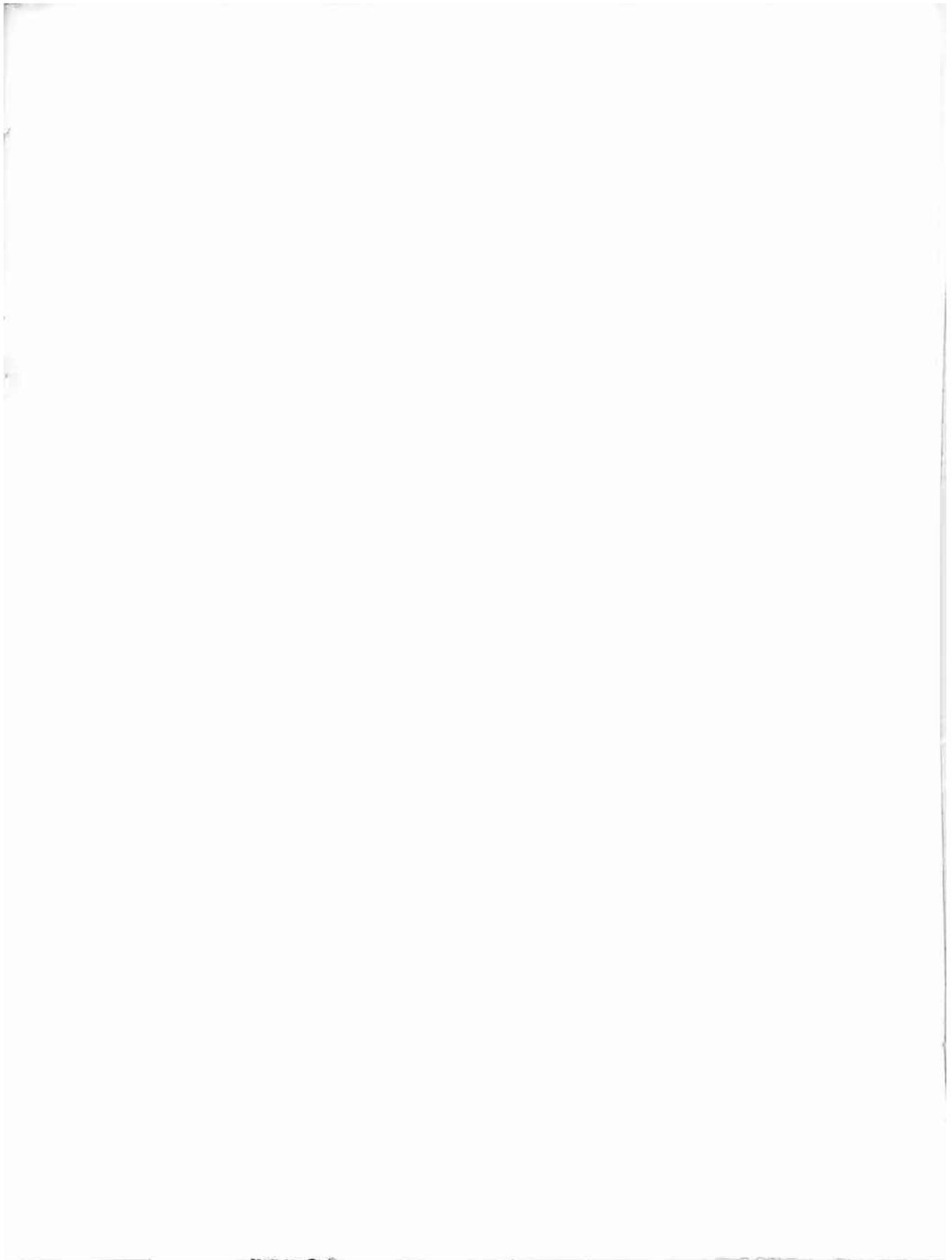


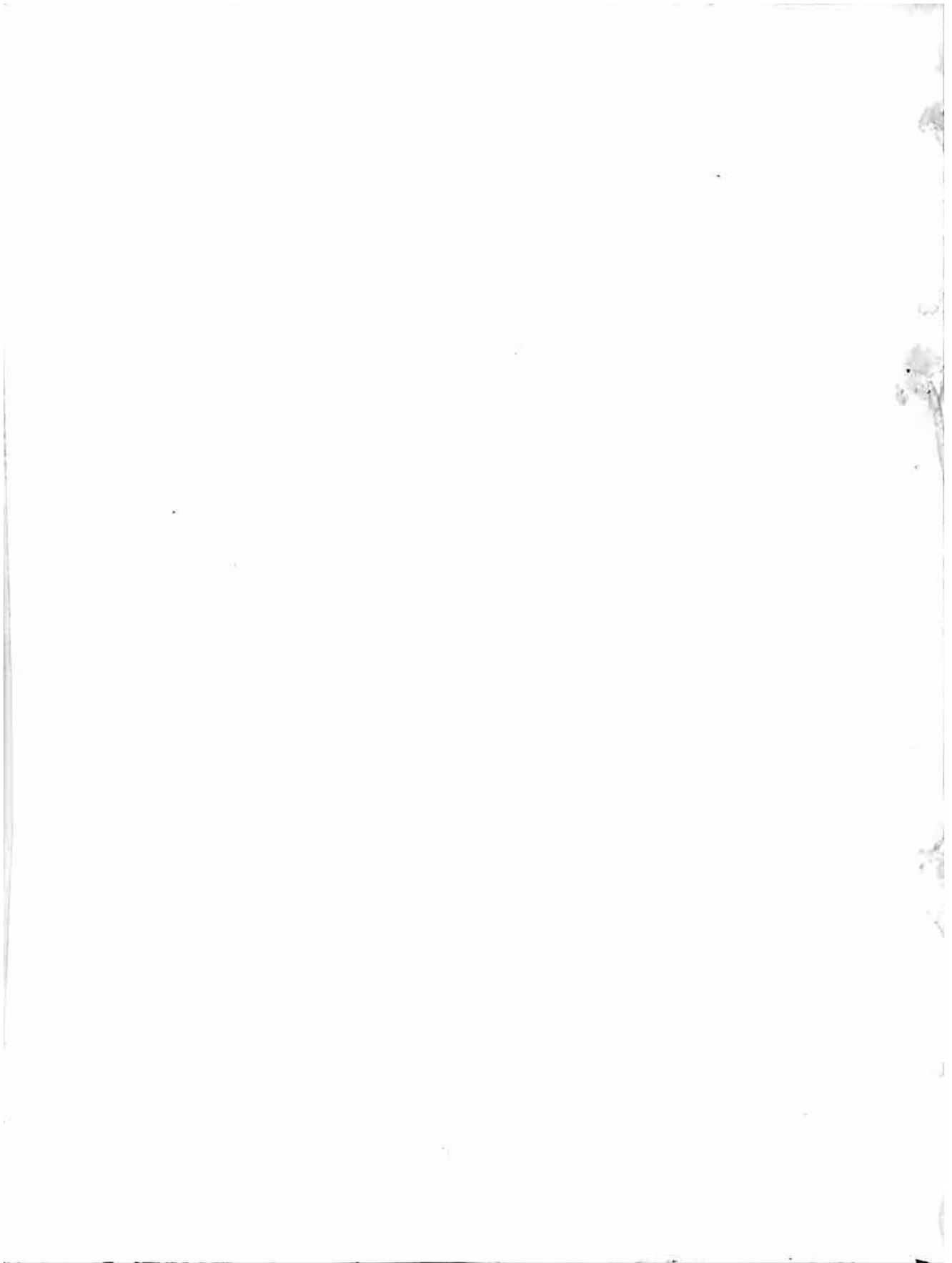


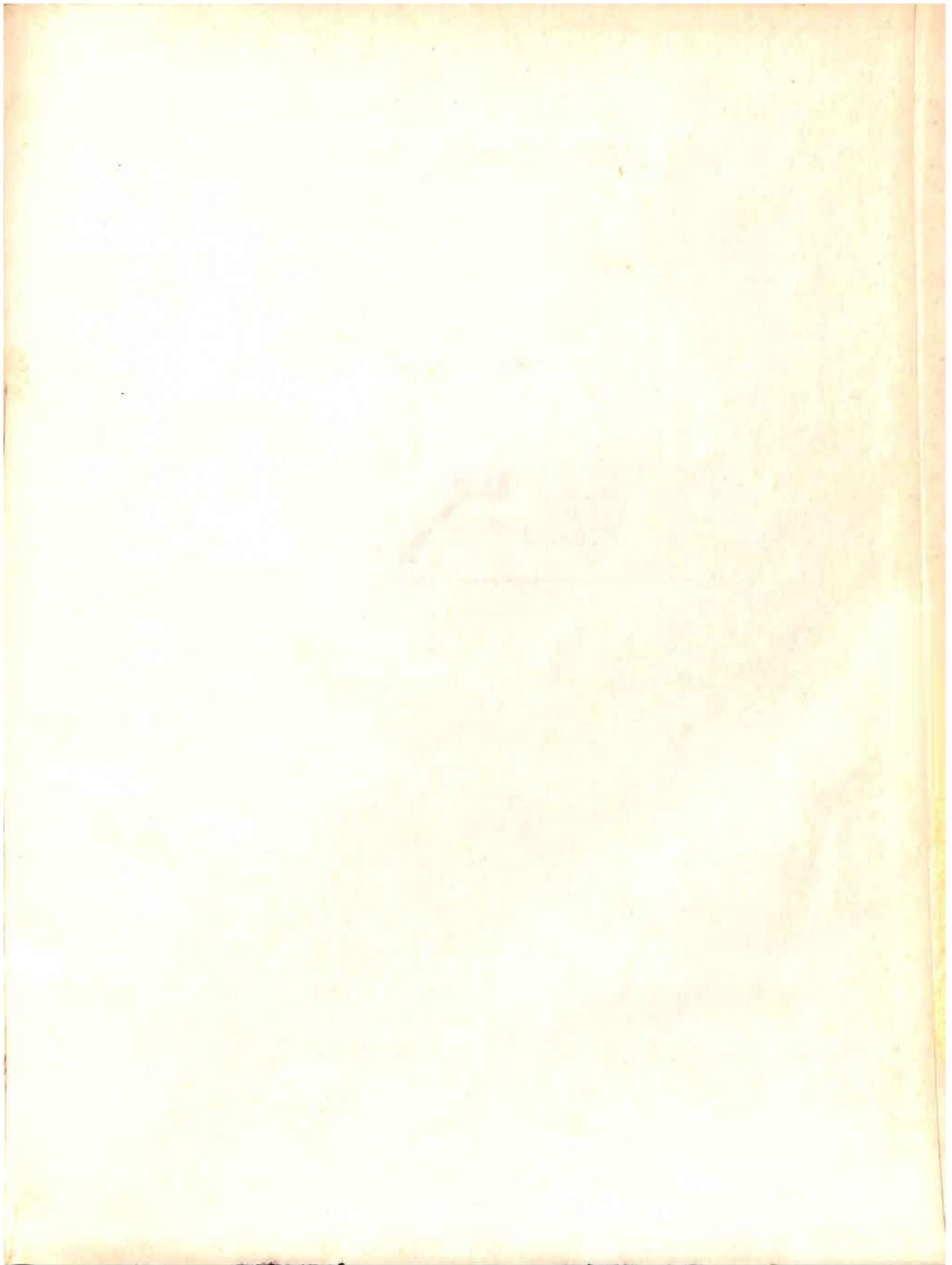
SECCION TRANSVERSAL DE LA CUENCA DE "ORIENTAL" SW 73° NE DE LA SIERRA DE LA MALINCHE AL VOLCAN COFRE DE PEROTE

TESIS PROFESIONAL 1050 Sergio Bazan B.









FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del vencimiento de préstamo señalado por el último sello.

~~01 SET. 2003~~

24 FEB. 2004

22 ENE. 2007



