



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOLOGICO GENERAL
DEL AREA DE PICO DE
TEYRA, ZACATECAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A

RAFAEL VAZQUEZ RODRIGUEZ

TESIS CON
TALA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

	R E S U M E N :	1
1.-	Introducción .	3
2.-	Generalidades.	5
2 a).-	Objetivos del trabajo.	5
2 b).-	Antecedentes técnicos que lo justifican.	5
2 c).-	Tipo de trabajo.	5
2 d).-	Método de trabajo.	6
2 e).-	Trabajos previos.	6
2 f).-	Colaboraciones y agradecimientos.	7
3.-	GEOGRAFIA.	9
3 a).-	Localización.	9
3 b).-	Vías de comunicación.	9
3 c).-	Fisiografía.	11
3 d).-	Hidrografía.	15
3 e).-	Geomorfología.	19
4.-	ESTRATIGRAFIA.	25
4 a).-	Sistema Pérmico.	26
4 b).-	Sistema Triásico.	30
4 c).-	Sistema Jurásico.	37
4 d).-	Sistema Cretacico	48
4 e).-	Sistema Cuaternario.	63
5.-	ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS.	66
5 a).-	Rocas Igneas Extrusivas.	66
5 b).-	Rocas Igneas Intrusivas.	67
5 c).-	Rocas Metamórficas.	72

6.-	GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	75
6 a).-	Relaciones con el marco regional.	75
6 b).-	Téctonica local.	80
6 c).-	Descripción de las estructuras locales.	86
6 d).-	Anticlinal de San Julián. Sierras de la Pera y La Minita.	89
7.-	GEOLOGIA HISTORICA.	92
7 a).-	Relaciones con la geología histórica regional.	92
8.-	OBSERVACIONES ECONOMICAS DEL AREA.	104
8 a).-	Mineras.	104
8 b).-	Geohidrológicas.	105
9.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	122
9 a).-	Estratigráficas	122
9 b).-	Tectónicas.	123
9 c).-	Mineras.	124
9 d).-	Geohidrológicas.	124
9 e).-	Petroleras.	125
9 f).-	Recomendaciones.	125
	APENDICE PETROGRAFICO	127
	BIBLIOGRAFIA.	141
	PLANO GEOLOGICO ANEXO.	

R E S U M E N .

El área estudiada queda ubicada dentro de la porción septentrional del estado de Zacatecas; forma parte de la divisoria hidrológica entre las regiones 36 y 37 Nazas, -- Aguanaval y El Salado, de acuerdo con SARH respectivamente; en la actualidad se encuentra en una etapa geomorfológica de reactivación dinámica.

La base de la columna estratigráfica, está -- representada por la Formación Taray, de edad Paleozoico Superior y origen marino; la cubre en forma discordante (por litología y antigüedad), la Formación Nazas de edad Triásico Superior y origen continental; ambas son cubiertas en discordancia litológica y erosional, por las series sedimentarias marinas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior, representadas por las Formaciones Zuloaga y La Caja, de la Serie Inferior y Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura de la Serie Superior. Los sedimentos correspondientes al Cretácico Superior no se encuentran aflorando dentro del área de estudio, lo más probable es que hayan sido removidos por la erosión. Durante el Terciario Inferior, se emplazan los cuerpos ígneos intrusivos del Pico de Teyra, San Rafael y del Bordo, de composición monzonítica y granodiorítica y que son las únicas rocas -- representativas del Sistema Terciario dentro del área. Durante el Cuaternario, son emitidas algunas coladas volcánicas de traquibasalto de olivino en la porción suroeste del Pico de Teyra;

el resto de la Serie Cuaternaria (reciente), está formada por - acumulaciones de productos derivados de la erosión de las sierras y partes topográficamente elevadas, depositadas en las partes bajas en forma de abanicos aluviales, depósitos de talud y aluviones.

Estructuralmente, la sierra El Solitario de Teyra es de carácter complejo, tanto por la flexión que adquieren las estructuras de esta parte, de orientación norte-sur en las sierras de la Pera y La Minita a casi este-oeste, concordante con el sistema transversal de la Sierra Madre Oriental, como por la intrusión de los cuerpos antes mencionados.

La mineralización de sulfato de bario de tipo epitermal, fué controlada estratigráficamente durante su emplazamiento, ocupa el contacto entre el conglomerado basal de la Formación Nazas y la base de la Caliza Zuloaga; la disponibilidad de agua subterránea se limita a la acumulada en zonas de permeabilidad secundaria y en aluviones, cabe mencionar que el miembro evaporítico intermedio de la Caliza Zuloaga, actúa como contaminante y endurecedor de las aguas freáticas.

INTRODUCCION.

El presente trabajo es el resultado de la inquietud personal del autor, derivada de las labores efectuadas durante las visitas a localidades vecinas de rocas sedimentarias marinas Mesozoicas; sin embargo, la presencia de rocas --mas antiguas a la Formación Nazas, constituyó una gran motivación y un reto para conocer y estudiar estos terrenos.

La etapa de reconocimiento se realizó durante los trabajos de la materia Geología de Campo I, la que en conjunto con Geología de Campo II, permiten al estudiante poner en práctica el cúmulo de conocimientos adquiridos en las distintas disciplinas geológicas y de esta forma, afianzar su formación profesional. Los trabajos derivados de estas materias son integrados en un informe final que es entregado por la Facultad de Ingeniería a Petróleos Mexicanos, ya que existe un --convenio en el cual la empresa paraestatal proporciona los medios económicos necesarios para el desarrollo de los trabajos de campo, ayuda que es indispensable para tal fin y sin la cual se dificultaría enormemente su realización. PEMEX se ve así retribuido con los informes finales y los destina para su utilización interna.

En general, la Universidad Nacional Autónoma de México, año con año, se ve en problemas económicos debido al insuficiente subsidio proporcionado por el estado y ya que las cuotas de inscripción anual para los estudiantes es meramente -

simbólica, la Institución no cuenta con los medios suficientes para satisfacer sus programas de investigación y desarrollo, -- tal situación se vería sumamente aliviada por una fórmula escuchada algún día:

"Si los egresados universitarios tuvieran la suficiente honestidad para reconocer los beneficios recibidos de la UNAM y fueran lo justamente agradecidos, no se verían -- afectados en sus economías personales, por la donación de un día de salario anual, para encausarla hacia la misma Alma Mater".

Ex profesora rural:

Guadalupe Rodríguez Rodríguez.

Epoca Cristera 1927.

CAPITULO 2

GENERALIDADES.

2 a).- OBJETIVOS DEL TRABAJO.

Las principales causas que motivaron al autor a efectuar un trabajo geológico de esta zona, son sus rasgos -- tanto tectónicos como estratigráficos, así como los aspectos relacionados con los depósitos minerales de interés económico; a partir de la elaboración de la cartografía actualizada, se tuvo como fin contribuir al conocimiento del basamento pre-Jurásico, la evolución tectónica, así como al conocimiento de la mineralización y recursos hidrológicos subterráneos.

2 b).- El área en cuestión, por sus caracte - rísticas estructurales, estratigráficas y económicas, ofrece - aspectos sumamente interesantes, que pueden aportar nuevos da - tos para una mejor comprensión de la geología regional, en es - pecial, desde el Paleozoico Superior hasta el Jurásico Medio.

Los indicios de mineralizaciones presentes - en el área, son bastante atractivos, sin embargo, son esporá - dicos y bastante diseminados. No obstante, evidencias super - ficiales, no dejan de ofrecer aspectos interesantes para una - exploración subsecuente mas intensa.

2 c).- TIPO DE TRABAJO.

Por la extensión del área planificada, los - estudios se efectuaron a semidetalle. Se principió con un es - tudio fotogeológico, con verificación de campo de las unida -

des cartografiadas, estimación de espesores, así como la selección y elaboración de las secciones estratigráficas y perfiles geológicos.

2 d).- METODO DE TRABAJO.

Los datos necesarios para la construcción de las secciones estructurales, fueron recolectados de afloramientos óptimos durante los caminamientos efectuados, los cuales -- fueron elegidos previamente en las fotografías aéreas verticales a escala 1:25,000, por considerarlos estratégicos; los puntos de recolección de datos, fueron localizados en estas fotografías, para posteriormente trasladarlos al plano base de escala 1:50,000. La proyección e interpretación de las secciones transversales contó con el apoyo de estudios petrográficos y datos estructurales medidos en campo.

2 e).- TRABAJOS PREVIOS.

Entre los trabajos más importantes hasta la actualidad, donde es incluida el área estudiada se pueden mencionar:

a).- Aguilera y Ordoñez; con la descripción geológica entre Saltillo y Zacatecas (1986).

b).- Burckhardt, C., Sobre las rocas fosfóricas de las Sierras de Mazapil y Concepción del Oro, Zacatecas (1907).

c).- Zoltán de Cserna; con su estudio de la Sierra Madre Oriental en su porción transversa, entre Torreón y Monterrey (1956).

d).- Rogers Et Al, en un estudio para el -- CRNNR, con la colaboración del U.S. Geological Survey, denominado Geología y Depósitos de Fosfatos en Zacatecas y Areas - Adyacentes (1956 a 1963).

e).- Diego A. Córdoba, con la hoja Apizolaya del Instituto de Geología de la U.N.A.M. (1964).

f).- Facultad de Ingeniería, con el estudio - de Prospecto Cedros, para Petróleos Mexicanos (1974).

Así como dos Tesis, una del I.P.N. y otra de la U.A.S.L.P., cuyos autores fueron Luis Ortíz e Hilario ---- Arriaga respectivamente.

En la etapa de trabajo de campo el CRM, se - encontraba efectuando un programa de perforación a diamante - en puntos dados por técnicos de esa Institución, realizados - con el afán de localizar cuerpos mineralizados.

2 f).- COLABORACIONES Y AGRADECIMIENTOS.

Expreso mi más sincero agradecimiento a las - autoridades del Departamento de Geología del Instituto Nacional de Energía Nuclear, tanto de la Ciudad de México, como de la Superintendencia en Torreón, Coahuila, por la inapreciable

ayuda brindada en ese lapso.

Asimismo a Petróleos Mexicanos, que por medio de los convenios de ayuda mutua con mi segunda madre. la Facultad de Ingeniería, hace posible la formación de mejores técnicos.

A los ingenieros German Arriaga García, por el asesoramiento y dirección del trabajo; Rigoberto Ruiz Barragán, por sus comentarios y críticas positivas; Benjamín Márquez Castañeda, por el impulso y estímulos brindados.

A mis compañeros Rafael Pacheco Rodríguez, -- Odranoel Quintero L., Mario Aranda G. y Roberto Sánchez G., -- tanto como a los ingenieros Carlos Fonseca F. e Hilario Arriaga, por su valiosa ayuda y colaboración, tanto en los trabajos de campo, como de gabinete; al señor Marcelino Pérez, por todas sus atenciones.

A mis hermanos Guadalupe y Francisco por su entusiasta y desinteresada colaboración con la mecanografía de la presente tesis.

Así como a todas las personas que de una u otra forma, colaboraron para la elaboración del trabajo.

CAPITULO 3

G E O G R A F I A .

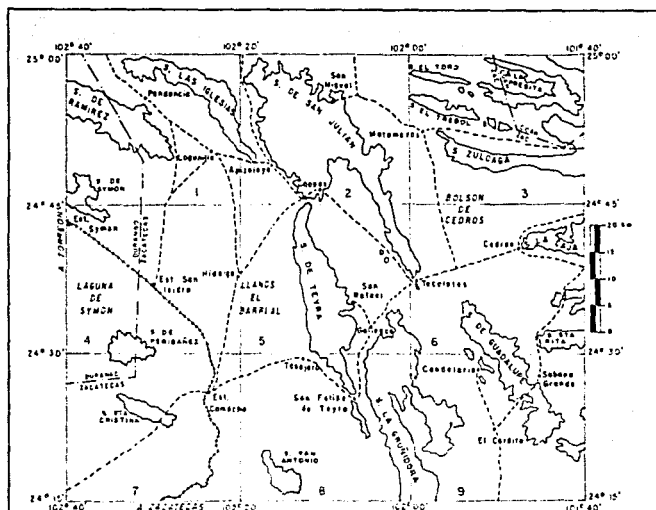
3.- GEOGRAFIA.

3 a).- LOCALIZACION.

El área objeto del presente estudio, se encuentra localizada en la parte septentrional del Estado de Zacatecas, en la entrante del mismo estado que se sitúa al oriente de Durango, sur de Coahuila y norte de San Luis Potosí. Cubre una superficie aproximada de novecientos cincuenta kilómetros cuadrados. Está limitada por las coordenadas geográficas $24^{\circ}00'$ a $24^{\circ}15'$ de latitud norte y, por los meridianos $102^{\circ}00'$ a $102^{\circ}20'$ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich.

De la extensión total de la hoja estudiada (Pico de Teyra, G-13-D-69, editada por CETENAL), la parte central, está ocupada por la sierra del Solitario de Teyra, que se manifiesta como un cordón montañoso de orientación aproximada norte-sur; por otro lado, en el extremo SE, se localizan las sierras de La Pera y La Minita; ambas cubren una superficie aproximada de setenta kilómetros cuadrados, éstas últimas, son las estribaciones septentrionales de la sierra La Gruñidora. En la parte NE se localiza una pequeña porción de la sierra San Julián, la cual presenta una orientación aproximada $NW40^{\circ}SE$; el resto de la zona, está ocupado por piamontes y valles aluviales tipo Bolsón, pertenece al municipio de Mazapil, Zacatecas (fig. 3:1).

3 b).- VIAS DE COMUNICACION.



PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA

INDICE DE HOJAS DE CETENAL
ADYACENTES A LA ESTUDIADA
LA CUAL ES LA DEL CENTRO.

11° PENDENCIA	Q-13-D-58
21° CAOPAS	Q-13-D-59
31° SIERRA ZULDAGA	Q-14-C-51
41° ESTACION SYMON	Q-13-D-68
51° PICO DE TEYRA	Q-13-D-69
61° CEDROS	Q-14-C-61
71° ESTACION LA MANCHA	Q-13-D-78
81° SAN FELIPE DE TEYRA	Q-13-D-79
91° EL CARDITO	Q-14-C-71

- SIMBOLOS -

LIMITES ESTATALES	---
CONTORNO DE SIERRAS	~
POBLADOS	*
VIA DE FERROCARRIL	====
CAMINO DE TERRACERIA	----

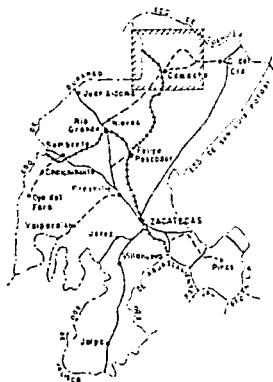


FIG. 3.1

En general, la región se encuentra bien -- comunicada por medio de algunos caminos revestidos de grava, -- de los llamados de mano de obra, los cuales son transitables -- en cualquier época del año. Existen además numerosos caminos -- de terracería en general mal conservados, varios de los cua -- les sólo son transitables para vehículos altos de doble trac -- ción, así como innumerables caminos de herradura, tanto en -- los bajíos, como en las partes altas; éstos últimos, son uti -- lizados por pastores de hatos de ganado caprino y bovino.

El principal camino que comunica el área -- estudiada, parte de Concepción del Oro hacia el poniente, -- más o menos en línea recta y atraviesa la sierra de Concep -- ción del Oro, pasa por los poblados de El Cobre, Salaverna, -- Mazapil (cabecera de municipio), Cedros, Tecolotes, Caopas, -- Hidalgo y llega hasta la población de Estación Camacho, que -- también cuenta con el ferrocarril México-Ciudad Juárez.

3 c).- FISIOGRAFIA.

Según la clasificación de Erwin Raisz - (1964), modificada por la Facultad de Ingeniería (durante el prospecto La Mancha, Dgo., 1976, pp 33), el área estudiada -- se encuentra situada en una región transicional entre la m -- seta central, (en la porción noroeste) y la subprovincia de la Sierra Madre Oriental (en su porción sureste), fig. 3:2;

dentro de la zona conocida como Sierras Transversas (Sierras y Bolsones), de tendencia estructural este-oeste.

El criterio empleado para ubicar el área dentro de una región transicional entre las provincias antes mencionadas, radica en que no se encuentra en la extensa y angosta faja de cordilleras y valles que conforman el complejo montañoso de rocas sedimentarias mesozoicas plegadas de las sierras transversas, ni en el antiplano semiárido de la Meseta Central, la cual, aunque incluye varias sierras, éstas están muy espaciadas y su extensión es relativamente corta. A diferencia de la sierra Solitario de Teyra, la cual, en conjunto con el complejo Caopas Rodeo, poseen características y rasgos comunes a ambas, inclusive también presenta estructuras afines con la tendencia general de la Sierra Madre Oriental, es decir, de orientación norte-noroeste a sur-suroeste, como es el caso de El Filo del Huarache, sierras San Julián, La Pera y La Minita.

Por otra parte, la Dirección General de Geografía (dependiente del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) la ubica dentro de la provincia número V, la que denomina Sierra Madre Oriental, en la subprovincia o discontinuidad de las sierras transversales y distingue las siguientes clases de topoformas:

Las sierras Solitario de Teyra, San Julián, La Pera y La Minita, son consideradas como sierra --- compleja en asociación con lomerías.

Las zonas bajas de los llanos El Barrial, Bajío, El Fraile y Potrero Gallegos, como bajadas aluviales.

La franja de pie de monte, paralela al - borde oriental de la Sierra San Julián, como bajada aluvial asociada con lomeríos.

Finalmente, la esquina suroeste del área en los alrededores de La Palmilla, como llanura aluvial. con piso rocoso o cementado.

Las prominencias montañosas presentes en el área, están determinadas por rumbo preferencial aproximadamente norte-sur y forman lineaciones marcadamente contras tantes con las sierras que forman el sector transversal de la Sierra Madre Oriental, cuyo sistema orográfico adopta -- una dirección dominante este-oeste.

La principal sierra presente dentro del área estudiada en la denominada Solitario de Teyra, la cual es una extensa y amplia expresión orográfica cuyo eje tiene una dirección NW25°SE; además de ser la mas abrupta dentro del área tratada, ocupa una gran porción del centro de la -

misma y alcanza la máxima elevación topográfica, cuya cúspide es del orden 2868 m.s.n.m., en la cima del llamado Pico de Teyra. El pico del Aguila le sigue en altitud con 2745 m., con respecto al nivel base general. Esta sierra presenta su amplitud máxima en su porción meridional, donde tiene una longitud horizontal de 15.6 kilómetros, mientras que en el extremo septentrional, sólo alcanza 1.73 kilómetros.

Por otro lado, en la esquina noroeste del área, se localiza una pequeña porción de la sierra San Julián, la cual consiste de un angosto cordón montañoso sensiblemente paralelo a la sierra anterior, con elevación máxima de 2260 m.s.n.m., su amplitud es variable, entre 2.2 y 3.5 kilómetros en la porción cubierta por el área estudiada.

Finalmente al sur de esta misma, se encuentran ubicadas las estribaciones septentrionales de la sierra La Gruñidora, las que localmente, dentro del área reciben el nombre de sierras La Pera y La Minita, formadas por un conjunto de prominencias topográficas de relativamente discreta elevación, ya que su cota mas elevada es de 2203 m.s.n.m.; consiste por tanto, de un conjunto de lomeríos de relieve moderado. Sin embargo, hacia el sur alcanza elevaciones mayores, su rumbo preferente, es aproximadamente norte-sur, semiparalelo a la sierra Solitario de Teyra.

El resto está ocupado por planicies y -- llanuras que descienden gradualmente de los conjuntos montañosos y que son conocidos como bolsones, muy comunes en esa región del país.

3 d).- HIDROGRAFIA.

En este aspecto, el área forma parte de las subcuencas de San Simón al oeste y Cedros al este, que se localizan en la región de llanuras y bolsones de Zacatecas y Durango, pertenecientes a las regiones hidrológicas - 36 Nazas-Aguanaval y 37 El Salado, respectivamente. El par-teaguas local se encuentra determinado por la sierra Solitario de Teyra, con excepción de la zona del bajío La Contra - yerba, cuyas aguas drenan hacia la subcuenca de San Simón, - que localmente es conocida como llanos El Barrial, tiene una extensión superficial aproximada a los 1400 kilómetros cua - drados, está limitada al norte por la sierra San Simón y lo - meríos Los Haros, hacia el sur y oeste por la sierrita de Peribañez ó Los Caballos, al este por la sierra Solitario de -- Teyra, finalmente al sureste pasa gradual e imperceptiblemen - te a formar parte de la zona de influencia del arroyo Felipe - Pescador.

La subcuenca de Cedros, tiene una exten--- sión superficial aproximada de 3000 kilómetros cuadrados, li - mitada al norte por la sierra Zuloaga, al sur por las sierras

La Gruñidora y La Candelaria, al este por las de Canutillo, La Caja, Santa Rita y Santa Rosa, finalmente al oeste por la sierra Solitario de Teyra. En esta parte el bolsón de Cedros se encuentra parcialmente dividido por la sierra San Julián, la comunicación se establece en el extremo suroeste de esta misma sierra, en el poblado de Tecolotes, Zatecas.

En el área son claramente distintivas dos zonas de drenaje superficial, la primera existe en las sierras y lomeríos, donde se ha desarrollado un patrón de drenaje bien integrado, de densidad variable, de acuerdo con la resistencia, consistencia, grado de permeabilidad secundaria, tal como fracturamiento y disolución, además de otros factores como pendiente, permeabilidad primaria, densidad de la cubierta vegetal etc.; el segundo se presenta en las partes bajas y planas, donde drásticamente pierde densidad tornándose muy difuso y mal definido.

El régimen pluvial se restringe a periodos anuales muy cortos y el promedio de precipitación es irregular, generalmente inferior a 200 mm., no obstante ocasionalmente precipitan aguaceros torrenciales de consideración que dan origen a escurrimientos de régimen turbulento que aceleran bastante el desgaste de masas, en épocas excepcionales, la precipitación alcanza valores de 300 a

350 mm., parte de esta agua desciende a los bajíos y forma lagunas efímeras y lagos de playa; sin excepción todas las corrientes son de régimen intermitente.

El patrón de la red hidrográfica, está -- constituido por varios tipos de configuraciones, determinadas por las características litológicas y estructurales dominantes. El Pico de Teyra presenta drenaje radial, de acuerdo -- con Horton R. (1940), con corrientes de primer orden, que -- descienden hacia los arroyos de Los Castro y Taray (de segundo orden), que forman un patrón anular (según A.K. Lobek --- 1935), periférico a la base del pico que drenan hacia el sur y oeste respectivamente.

La Formación Taray, constituida por sedimentos marinos clásticos, terrígenos principalmente de grano fino poco resistente a la erosión, ha desarrollado un patrón de drenaje subparalelo con variaciones a dendrítico, aquel -- definitivamente influenciado por fracturamiento que controla estructuralmente los escurrimientos de segundo orden; la Formación Nazas presenta drenaje de tipo obsecuente y resecuente, con patrón localmente dendrítico; la secuencia terrígena carbonatada del Jurásico Superior-Cretácico Inferior, ha desarrollado corrientes de tipo obsecuente, resecuente y consecuente controladas por la disposición estructural de los estratos, que discurren obedeciendo a un patrón de escurrimien

to subrectangular.

3 e).- GEOMORFOLOGIA.

Los rasgos geomórficos observables en el área son de segundo y tercer orden; aquellos son de origen endógeno que provocaron el plegamiento y el consecuente levantamiento de la cobertura vulcano-sedimentaria del Paleozoico Superior y Mesozoico, además de la intrusión que dio origen al Pico de Teyra, a estos rasgos también se les conoce como construccionales.

La sierra Solitario de Teyra (fig.3:3)-- es una geoforma de carácter complejo, dado que está formada por rocas sedimentarias plegadas, afectadas por cuerpos intrusivos y fallas generalmente normales. En el arroyo Noria del Pico se observa el deslizamiento tipo "decollement" al nivel del miembro evaporítico intermedio de la Formación -- Zuloaga, el miembro calcáreo superior se encuentra con mayor deformación que el inferior, esta característica también es observable en la sierra San Julián. El Pico de Teyra se halla en una etapa geomorfológica de juventud, mientras que el resto de la sierra en el de madurez.

La sierra principal está flanqueada por dos planicies aluviales limitadas de la sierra por sendas fallas normales de salto estratigráfico desconocido. En la par

te occidental se observan depósitos de pie de monte, como -- taludes y abanicos aluviales entrelazados. La planicie presenta algunas zonas de inundación que forman lagos de playa y -- un testigo de erosión formado por la sierrita de Simón (fue--ra del área).

La planicie oriental, en sí está formada por una fosa tectónica (tipo graben) que tiene un ligero gradiente topográfico hacia el Bolsón de Cedros, también presenta varios testigos de erosión, constituidos por los cerros -- El Abandonado, Los Picachos y El Peyote. Ambas planicies se--encuentran en una etapa geomorfológica de juventud. La sic--rra La Minita está formada por rocas sedimentarias marinas--plegadas, con fallamiento en bloques posterior, por lo que --constituyen montañas plegadas en etapa de madurez tardía.

La porción correspondiente a la sierra -- San Julián, constituye un cordón montañoso monoclinal en etapa de madurez tardía, ya que presenta valles transversales --de moderada amplitud.

En las rocas ígneas intrusivas del Pico -- de Teyra, el intemperismo mecánico predomina sobre el de origen químico, debido a que las variaciones térmicas diurnas --con respecto a las nocturnas son del orden de 35 a 40° centi--grados, lo que origina expansiones y contracciones diferencia

les, en los minerales constituyentes de las rocas sedimentarias clásticas e ígneas plutónicas. En especial estas últimas que son de grano grueso y porfídicas, se originan es --- fuerzas entre los distintos minerales que dan lugar a una rápida disgregación, aspecto observable en los intrusivos del Cerro del Bordo y San Rafael, los cuales presentan una topografía de altitudes menores y demás tipos de roca expuestos en la región. A diferencia del intrusivo del Pico de Teyra - (fig. 3:3), el cual por estar constituido de rocas cristalinas equigranulares de grano medio es mas resistente a los fenómenos erosivos, por lo que se constituye como el promontorio montañoso mas elevado de la zona. En las fotografías aéreas éste último, es fácilmente reconocible, tanto por su morfología, como por los tonos gris claro a blanco grisáceo, en tanto que los primeros presentan tonos de grises moderadamente oscuros, con vegetación ligeramente mas abundante que la de las rocas encajonantes.

La Formación Taray se presenta como un -- conjunto de lomas de mediana altitud, su tinte en las fotografías aéreas, es de gris claro a oscuro; La formación Nazas, se presenta como un conjunto de lomas y jibas de altitud mayor que las de la formación anterior, se aprecia perfectamente la estratificación, como bandeamientos alternados de tonos grises claros y oscuros.

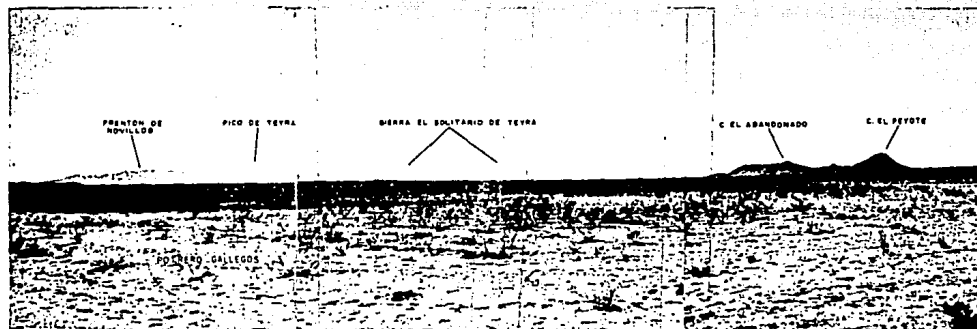


Fig.3.3 * Panorámica de la zona estudiada; Tomada desde el camino de Gallegos o Tecolotes, mirando hacia el W, N y NW.

La Formación Zuloaga, por su carácter cal careo homogéneo es mas resistente a la disgregación mecánica y se presenta formando cejas, farallones y escarpes, que coronan a la Formación Nazas y se constituyen como las partes intermedias de la sierra, con excepción al Pico de Teyra, se presentan tonos de grises ligeramente más oscuros que la -- formación anterior.

Las formaciones Caja y Taraises, por su - carácter arcilloso, forman puertos de erosión suave, sin embar go, se hallan cubiertas por materiales aluviales y eluvialeg, debido a esta situación su reconocimiento en las fotografías- es un tanto sencillo.

La formación Tamaulipas Inferior, está -- constituida por lomas de cima arredondeada, de altitud mode rada, los tonos de gris que presenta, son semejantes a los - de la Formación Zuloaga.

La Formación La Peña estratigráficamente- delgada y como también está constituida de rocas arcillo-cal cáreas, es fácilmente atacada por la erosión, forma asimismo angostos puertos alineados de erosión suave, por lo que es - relativamente sencillo reconocerla en las fotografías aéreas.

La Formación Cuesta del Cura, ocupa lomas generalmente alargadas, en los bordes orientales de las sierras de Teyra, La Pera y La Minita y sus tonos son de gris claro, con vegetación rala de tipo matorral.

El basalto se encuentra en la parte suroccidental de la sierra de Teyra, conforma promontorios tipo meseta, de extensión relativamente amplia, su tonalidad, es en las fotografías aéreas gris claro y se encuentra escasamente disectada y con vegetación escasa.

Por lo que respecta a los sedimentos continentales recientes, estos ocupan las partes bajas y piamontes, formando abanicos aluviales y taludes y manifiestan las tonalidades de gris mas claro en toda la zona.

CAPITULO 4.

ESTRATIGRAFIA.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

		GEO SINCLINAL MEXICANO			CUENCA PARRAS	PENINSULA DE COAHUILA SUR	
		HOJA PICO DE TIERRA ZAC	HOJA CAOPAS ZAC	TIERRA MADRE ORIENTAL DEL MEXICO MONTAÑAL	HOJA DE PARRAS C. E-W	LOS DELICADOS-CACATIL COAHUILA	S. ALAMITOS, COAH.
CENOZOICO	TERCIARIO SUPERIOR	PLIOGENO	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION
		PALEOGENO	GRAVA PERMABLE	GRAVA PERMABLE	GRAVAS	GRAVAS	GRAVAS
		PLIOGENO	BAZALTO				
		MIOGENO		NO DEPOSITO			
		OLIGOCENO	NO DEPOSITO		EROSION	EROSION	EROSION
		EOCENO		F. AMERINDIA			
		PALEOCENO	"STOCK" DEL MD DE TIERRA	"STOCK" DE SANTA ELENA			
MESOZOICO	CRETACEO SUPERIOR	MAESTRIZIANO	EROSIONADO	EROSIONADO	F. MEXICAL	F. MEXICAL	
		CAMPANIANO		F. CARACOL / F. PARRAS	F. PARRAS / F. SAN FELIPE	F. PARRAS	F. PARRAS
		TARTARIANO		F. INDIGUERA	F. INDIGUERA / A. DUTRA	F. INDIGUERA	F. INDIGUERA
		CRETACEO INFERIOR			F. CUERTO DEL CURA	F. REYERO	F. INDIGUERA
		ALBIANO	F. CUERTO DEL CURA	F. CUERTO DEL CURA	F. AURORA	F. AURORA	F. AURORA
						F. ACACITA	F. ACACITA
						F. PAULA	F. ACACITA
						F. LAS UYAS	
PALEOZOICO	PERMIANO SUPERIOR	SARABIANO	F. LA PERA	F. LA PERA	F. LA PERA	F. LA PERA	
		DEFLUJANO	F. TAMAUJUPAS INFERIOR	F. TAMAUJUPAS INFERIOR	F. CUPIDO ABBECQUE	F. CUPIDO	
		SARABIANO				F. CAPULIN	
		PERMIANO INFERIOR	F. TARRALES	F. TARRALES	F. TARRALES	F. TARRALES	NO DEPOSITO
							NO AFLORA
PALEOZOICO	TRIASICO SUPERIOR	TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
		TRIASICO SUPERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
PALEOZOICO	PERMIANO INFERIOR	PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					
		PERMIANO INFERIOR					

4.- ESTRATIGRAFIA.

4 a).- SISTEMA PERMICO.

FORMACION TARAY.

DEFINICION.- Este nombre ha sido propuesto Córdoba D. (hoja Apizolaya 1964), para una secuencia constituida por lutitas metamorfizadas, novaculitas, grauvacas, limolitas conglomeráticas, dolomías, turbiditas y algunos conglomerados en la parte superior; en toda la secuencia predominan los colores gris verdoso oscuro a negro y gris acero en superficies frescas, afloran en el arroyo del Taray, en la parte media de la sierra del Solitario de Teyra, la cual fue propuesta como localidad tipo por el autor antes mencionado.

DISTRIBUCION.- Sus afloramientos son moderadamente extensos, se restringen al flanco occidental de la sierra además de la parte sur central, sobre el arroyo de Los Castro. En las zonas norte y oriental del Pico de Teyra, su extensión total abarca alrededor de los 50 Km². No se conocen afloramientos de esta formación en zonas circundantes.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- Su litología es relativamente heterógena; presenta un predominio de sedimentos terrigenos, tales como lutitas negras laminadas, limolitas con

fragmentos exóticos (conglomeráticas), novaculitas, turbiditas y dolomías; toda la secuencia está afectada por metamorfismo - de bajo grado, (perteneciente a la parte baja de la facies de esquistos verdes, hasta 250° de temperatura y presión igual a tres kilobares). Son fisiles y levemente metamorfoseados, los estratos son de 15 a 35 centímetros, intemperizan en color --- gris acero opaco rojizo. Limolitas y turbiditas de color pardo verdoso que intemperizan en gris verdusco, en estratos entre - 10 y 25 centímetros (fig. 4:1); los fenoclastos están consti - tuidos por fragmentos angulosos y redondeados de hasta 3 centí - metros de diámetro, de rocas igneas plutónicas de composición - intermedia; areniscas de varios tipos en distintos horizontes, tales como cuarzoarenitas lítico feldespáticas, feldsarenitas - líticas, algunas filarenitas, todas de color gris verdoso obs - curo y gris acero en estratos delgados a medianos, 15 a 35 cen - tímicos, intemperizan en color gris acero opaco verdusco a ro - jizo. En la parte inferior y media de la unidad, se presentan - algunos estratos medianos a gruesos de 40 a 50 centímetros de - espesor, de novaculita gris claro a oscuro en bandas alternas, - son duras y compactas presentan crenulaciones y micropliegues; - intemperizan en color gris acero opaco a crema rojizo. Hacia la - parte superior de la unidad, es posible encontrar algunos con - glomerados oligomicticos, con clastos bien redondeados hasta de - cinco centímetros de diámetro, de rocas igneas intrusivas de -- composición intermedia, de colos gris oscuro a negro, aparente - mente masivos, intemperizan en color gris acero.

La estratificación presenta echados moderadamente fuertes, predominan en dirección hacia el sur o muy-aproximados a ese rumbo y sugieren que la secuencia puede repetirse varias veces de sur a norte, además de tener carácter de aloctonia tectónica, por lo cual es difícil estimar su espesor verdadero. Sin embargo, Córdoba D. (op. cit), midió una sección de 630 metros, entre los arroyos Del Rucio y de Las Tunas Verdes, la cual se describe a continuación:

LITOLOGIA.	ESPESOR EN METROS:
Grauvaca café amarillenta con algunas capas conglomeráticas.....	210.
Novaculita con interestratos de filita gris clara.....	10.
Grauvaca café y filita gris oscura.....	150.
Dolomía gris oscura negra interestratificada de filita gris y novaculita	100.
Filita gris clara a oscura con interestratos de grauvaca pardo amarillento.....	100.
Filita gris acero con filita conglomerática.....	40.
Filita pardo claro intertemperiza pardo oscuro.....	100.
Espesor total.....	<hr/> 710

Base de la sección media en un valle ---

profundo y la cima en lo alto de un cerrito cubierto por la Formación Nazas.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Dentro de la zona estudiada su contacto inferior no aflora, ni son muy claras sus relaciones con las unidades que conforman el complejo Caopas-Rodeo, pero es probable que su contacto lateral sea tectónico, sin embargo, no es posible externar una opinión concluyente, ya que no existen afloramientos. Por lo que respecta a sus límites superiores, en la mayoría de las partes se encuentra en contacto con la Formación Nazas, por medio de una discordancia angular, cuyos ángulos son variables, desde pocos grados hasta ser casi transversales en algunas localidades. Cabe mencionar que al poniente del rancho de San Rafael, es posible hallar a la Formación Zuloaga descansando directamente sobre esta formación, es decir, la Formación Nazas, está ausente, lo mas probable es que sea por fenómenos erosivos. Como es lógico, este último contacto es de carácter angular.

EDAD Y CORRELACION.- Por lo que respecta a este punto, sólo es posible apoyarse en la posición estratigráfica, puesto que del análisis microscópico de la totalidad de las muestras colectadas dentro de esta unidad, así como durante los caminamientos de campo, no fue posible hallar absolutamente ninguna evidencia o rastro de restos orgánicos, ni como se ha mencionado con anterioridad, es posible establecer --

por métodos directos o superficiales, sus relaciones con -- las formas triásicas que afloran en el Complejo Caopas-Ro - deo. El autor tentativamente le asigna una edad de Paleozoico Superior probablemente depositada inmediatamente antes - de la Orogénia Permo-Triásica. Tanto por su litología, como por el grado de deformación que presenta, es posible correlacionarla con el Flysch Pérmico de la formación Sardinas, que aflora en el área de Acatita--Las Delicias, Coahuila.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Por sus características litológicas, el autor se inclina a pensar que dichos sedimentos fueron depositados en una cuenca sumamente inestable, ya que sus gradaciones litológicas así lo sugieren aparentemente, levantó pulsaciones tectónicas alternas de levantamiento y hundimiento. Llegó a ser de mares abiertos y relativamente profundos durante el depósito de las no vaculitas. Probablemente en una zona de transición entre -- las fajas estructurales externa e interna del cinturón Champlain y Magog del Geosinclinal Marathon-Ouachita del Paleozoico.

4 b).- SISTEMA TRIASICO.

FORMACION NAZAS.

DEFINICION.- Esta Unidad fue mencionada-

de manera informal por Pantoja A. (1963), posteriormente fue descrita por Mc Leroy y Clemons (1965), en el trabajo de la hoja Pedriceñas. Dicho nombre le fué aplicado a una secuencia de lavas interestratificadas con areniscas, lutitas, limolitas, conglomerados y tobas. En esta formación predominan los tonos de rojo. Aflora en las cercanías de la estación Nazas situada aproximadamente a cinco kilómetros del oriente de Villa Juárez, Durango y a 10 kilómetros al poniente de la Ciudad de Torreón, Coahuila. Esta región se considera como localidad tipo.

DISTRIBUCION.- Esta unidad se presenta aflorando en varias localidades circunvecinas al área estudiada como: - sierra de San Julián, en el crestón occidental de su flanco oriental; en la sierra de Candelaria (o Guadalupe), en su porción media central, así como en algunas partes aisladas de la Sierra de la Gruñidora. Todas estas localidades se encuentran situadas en el estado de Zacatecas, también aflora en la sierra de Ramírez, la cual pertenece a Durango.

Dentro de la zona estudiada, aflora en -- el flanco occidental de la sierra de San Julián, y en la sierra del Solitario de Teyra, donde sus afloramientos en conjunto son moderadamente extensos, tanto en la parte norte, como en varias partes de los flancos oriental, occidental y suroriental; abarca en extensión alrededor de 70 kilómetros cuadrados.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- La unidad, no presenta una homogeneidad lateral en las distintas localidades donde aflora; sin embargo, predominan los sedimentos detríticos continentales asociados a coladas de lavas ácidas interestratificadas (fig. 4:2). La secuencia está constituida por lunitas laminadas (fig. 4:3), de color rojo violáceo, en estratos delgados, tobas arenosas de color verde pistache que intertemperizan en verde claro ligeramente pardusco, en estratos de 20 a 40 centímetros de espesor; los fragmentos están constituidos por clastos angulosos de cuarzo, feldespatos y rocas volcánicas en diámetro de hasta 0.6 centímetros; arenisca de grano medio de color rojo marrón en estratos de 50 a 80 centímetros de espesor con intercalaciones de limolitas físisles de color pardo rojizo y areniscas de grano fino, de estructura laminar en estratos de 15 a 20 centímetros. Algunos horizontes de arenisca presentan patrones de sedimentación graduada (fig.4:4) y en otros casos de estratificación cruzada.

Las rocas volcánicas intercaladas están representadas por: aglomerados de color rojo marrón y ligeramente verdusco; contiene fragmentos gruesos de algulosos y subangulosos de riolitas, areniscas, cuarzo y feldespatos en una matriz fina tobácea y cementada por óxidos de hierro. Asimismo, se presentan algunas ignimbritas y coladas de riolitas de hasta 1.3 metros de espesor.



Fig. 4.1: Afloramiento de la Formación Toray; Sobre el arroyo del mismo nombre, constituido por filitos, limolitos y areniscas, en estratos muy irregulares.



Fig. 4.2: Ignimbritas de la Formación Nozoes, expuestas en el arroyo del Zapaco, atravesadas por una pequeña falla normal.



Fig. 4.3: Lutitos de color rojo ladrillo, pertenecientes a la Formacion Nozas, muestran un metamorfismo incipiente - con foliacion paralela a la estratificacion.



Fig. 4.4: Estratificacion gradual dentro de la Formacion - Nozas.

Hacia el sureste del Pico de Teyra y sur del Frenton de Novillos, cerca de la cabecera superior del arroyo de Santa Rosa, afloran areniscas de grano fino de color pardusco que intemperizan en rojo amarillento presentan estructura laminar y estratificación mal definida, con intercalaciones de limolita arenosa de color rojo ladrillo, que intemperiza en ocre rojizo. Los afloramientos se presentan sumamente fracturados y con un alto grado de trituración tectónica en partes locales. Hacia la cima de la unidad, se localiza un conglomerado polimíctico, sílico-lítico, de color rojo violáceo, con matriz arcillo-arenosa, cementado por hematita y limolita, con fragmentos subredondeados a -- bien redondeados de cuarzo y feldespatos, así como guijas y pedrejones mal clasificados de rocas ígneas intrusivas y rocas metamórficas.

El espesor de esta formación presenta --- cambios relativamente bruscos debido a que sus límites inferior y superior, son superficies de erosión, sin embargo, los espesores calculados durante la construcción de las secciones transversales, proporcionaron espesores máximos de -- alrededor de 800 metros, al poniente de San Rafael no existen rocas de esta edad, lo que hace suponer que fueron erosionadas o no se depositaron por efectos del relieve del basamento asociados a la tectónica extensional, resultado de los efectos de la apertura del Golfo de México (Cuevas L. - 1984).

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Esta formación dentro del área, descansa en discordancia angular sobre la Formación Taray, con inclinaciones moderadamente fuertes - Subyace en la misma forma a la caliza Zuloaga, sin embargo, - localmente no se presenta, probablemente fue por fenómenos -- erosivos pre-oxfordianos. Esto permite a los sedimentos del - grupo Zuloaga, descansar directamente sobre la Formación Ta - ray. Cabe mencionar que un poco mas al norte, dentro de la -- sierra de San Julián, descansa sobre las formaciones triási - cas del Complejo Caopas-Rodeo, también en forma de discordan - cia angular.

EDAD Y CORRELACION.- Córdoba D. y Pantoja A. la han considerado de edades Triásico-Jurásico Temprano y Triásico Superior respectivamente. Además los estudios radió métricos realizados por Carl Fries jr., por el método Pota - sio-Aragón (K Ar), le asignan una edad de 185 millones de -- años, mas o menos de 10 M.A. Si se considera que la base del Jurásico está fechada a 180 M.A., es posible asignarle una - edad de Triásico Superior y probablemente el Jurásico Infe - rior, tal vez Rético y Liásico Inferior (Hettangiano), ya -- que no posee ningún tipo de rastros orgánicos representati - vos. Por tanto es correlacionable con la Formación Huizachal que aflora en el anticlinorio de Huizachal-Peregrina, situa - do aproximadamente a 20 kilómetros al SW de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Por su constitución litológica en gran parte de tipo detrítico continental, y la presencia de una actividad volcánica intensa, es indicativa de manifestaciones de un ciclo postorogénico; sugiere el período de tafrogenia, resultante de los movimientos de distensión, los cuales dieron origen a fosas tectónicas, probablemente cuencas endorreicas rellenas por los sedimentos de esta formación, que constituye un depósito intracontinental de origen tectónico extensional (Ortega, 1984).

Según Krynine, la oxidación imperante y la total ausencia de restos orgánicos, sugieren el predominio de climas rigurosamente cálidos, en extremo desérticos, alternados con intervalos relativamente cortos de precipitaciones pluviales torrenciales, lo que origina una sedimentación graduada en cuerpos de agua de duración relativamente efímera; los horizontes de estratificación cruzada, tal vez sean el resultado depositacional en ambiente desértico (du - nas).

4 c).- SISTEMA JURASICO.

FORMACION ZULOAGA.

DEFINICION.- Esta unidad originalmente -- fue descrita por Burckhardt (1930), le dió esta nominación a una secuencia constituida por calizas con abundantes Neri-

neas sp., en la parte central del norte de la República. Posteriormente Imlay (1936), designó la sierra de Sombreretillo, situada al norte de Melchor Ocampo, Zacatecas, como su localidad tipo; Humphrey (1956), dividió la serie Sabinas en dos grupos: uno superior que fue denominado La Casita y otro infe -- rior nombrado como grupo Zuloaga; este último, está constituido por las Formaciones La Gloria (litoral), Zuloaga (infralitoral), yesos Minas Viejas y Olvido. Dentro del área planificada solamente aflora la facies correspondiente a la Formación Zuloaga, la cual presenta un miembro evaporítico (yesos) intermedio a rocas carbonatadas.

Sin embargo, durante los trabajos de campo del Prospecto Cedros, las brigadas de la Facultad de Ingeniería además de Barragán y Tardy (1974), encontraron un miembro intermedio evaporítico (40 metros aproximadamente) de yesos que afloran en el flanco poniente del anticlinal de San - Julián y sobre el arroyo Las Norias; por lo que se consideraque la localidad tipo debe reconsiderarse en esta área.

DISTRIBUCION.- Esta unidad presenta una - vasta distribución; aflora en numerosas localidades del norte y centro de México. Dentro del área estudiada aflora en la -- Sierra del Solitario de Teyra, en su flanco oriental, así como algunos testigos de erosión y relictos en el flanco occidental de la sierra. Aflora asimismo en la sierra de San Julián, en su flanco occidental. Por su resistencia a la ero -- sión, generalmente ocupa las partes altas, forma acantilados,

escarpes y cejas en las partes topográficamente mas elevadas, con excepción del Pico de Teyra el cual es de naturaleza plutónica.

LITOLOGIA Y ESPESOR.

En su porción basal está constituida por bancos masivos de caliza de color gris azulado obscuro de tipo wackestone; varía hasta grainstone oolítico, que intemperiza en crema rojizo. Son abundantes los restos fósiles de Nerineas sp., corales y moluscos en general mal conservados. Presenta intercalaciones esporádicas de estratos delgados de limolitas y lutitas calcáreas de color amarillo parduzco que in temperizan en ocre y sepia, sin embargo, no siempre están expuestos ya que son poco resistentes a la erosión; además, por lo general son propicios al desarrollo de la vegetación, la cual los enmascara; no obstante, esta característica facilita el reconocimiento de las estructuras en las fotografías aéreas.

Microscópicamente la caliza se presenta como una biomicrita con variaciones a intramicrita y en ciertas partes biolititas.

Hacia el sur y sureste del Pico de Teyra, se presenta como una biopelmicrita con Nerinea s.p., restos de moluscos y corales mal conservados; asimismo presenta pequeños nódulos de pedernal gris claro a obscuro; su color de in-

temperismo es por lo común ocre rojizo debido a los óxidos de fierro presentes.

El miembro intermedio puede observarse -- tanto en la parte sureste de la sierra de San Julián, como sobre el arroyo del Zapaco, cerca de las norias situadas al suroeste del rancho de Tortugas; consiste en una secuencia evaporítica, en particular yeso, de aspecto masivo de color blanco a rosa claro y gris claro. Se espesor total es de alrededor de 50 metros.

El miembro superior torna nuevamente a calizas, en general del mismo tipo que el miembro basal, pero -- los espesores de sus estratos se vuelven mas delgados: entre los 50 y 120 centímetros, con limolitas y lutitas intercaladas; el patrón de sedimentación no es rítmico; el espesor total de este miembro es de los 290 metros, contra 170 del miembro basal.

Es relativamente frecuente encontrar las -- calizas recristalizadas en diversos grados; en ocasiones llega a ser un mármol masivo de grano medio, de color amarillo -- claro a crema pardusco y blanco, en bandas alternas paralelas a los contactos con las rocas ígneas intrusivas del Terciario; hacia el contacto con la Formación Nazas, es posible observar una brecha calcárea basal, cementada por aragonita y calcita;

los fragmentos varían en tamaño desde guijas hasta peñascos; - los bordes de dichos fragmentos son sumamente angulosos. Un poco mas arriba, la caliza muestra un intenso fracturamiento el cual va disminuyendo hacia la altura; estas fracturas están rellenas generalmente de calcita secundaria. En algunas partes, - como en la brecha basal y cerca de los intrusivos aparecen zonas irregulares de dolomitización, originadas probablemente -- por la acción de soluciones hidrotermales, emanadas de los plútones próximos.

La mayoría de los autores han coincidido - en afirmar que es notable la variación lateral del espesor, en las distintas localidades donde aflora, el rango abarca entre los 220 y 600 metros. En el área estudiada no fueron medidos - sus espesores; solamente se calcularon durante la construcción de las secciones transversales; las cantidades antes citadas, - fueron tomadas de un trabajo de M. Tardy con R. Ruiz. El espesor calculado resultó entre 500 y 550 metros.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Dentro del -- área estudiada, esta formación descansa en forma de discordancia angular, sobre unidades mas antiguas tales como Nazas y Taray; la formación es sedimentaria marina basal y resulta de la gran transgresión de los mares jurásicos y cretácicos, cuando se originó el Geosinclinal Mexicano del Mesozoico.

El contacto superior es concordante y ---

transicional con las fosforitas de la Formación La Caja; el contacto se marca donde aparecen las primeras trazas de materiales fosfatados.

EDAD Y CORRELACION.- La posición estratigráfica así como la fauna colectada por diversos autores, tales como la Facultad de Ingeniería, Rogers, Burckhardt y Böse; (Astarte sp., Nerinea sp., Nebroditis sp., Harpagodes sp. y Trigonia sp.), son indicativas de que su edad corresponde al Oxfordiano Medio y Superior, además de parte del Kimmeridgiano Inferior (Sequaniano).

Es correlacionable con las Formaciones La Gloria y San Andrés en México.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- La litología dominante, tales como los grainstones oolíticos con intercalaciones de limolitas y lutitas calcáreas, indican un ambiente de plataforma, de fondo irregular y fluctuaciones en el nivel del mar; por otra parte, la presencia de corales y moluscos, es el resultado de un ambiente de aguas tranquilas y templadas.

Imlay (1943b p 1484), sugiere que la apariencia uniforme de la mayor parte de la unidad, es característica de una homogeneidad climática; además se tuvo escaso aporte de terrígenos, debido a un elemento relativamente cercano -

en constante proceso de peneplaneo, probablemente la paleois -
la de Coahuila, por otra parte la presenciade sedimentos evapo
ríticos en el área es indicativa de que la cuenca evaporítica-
Oxfordiana se extendió hacia el poniente mas distancia de lo --
que anteriormente se creía.

FORMACION LA CAJA.

DEFINICION.- Fue definida por Imlay -1938,
p. 1659), en la vereda del Quemado, sobre el flanco meridio -
nal de la sierra de la Caja, de donde tomó el nombre y desig -
nó como localidad tipo. Este autor, propuso formalmente como -
la Formación La Caja a una secuencia de limolitas calcáreas, -
lutitas y calizas de coloraciones gris oscuro a negro; pre -
senta cantidades variables de materiales fosfatados y una re -
lativa abundancia de horizontes fosfóricos en la parte supe -
rior de la unidad.

DISTRIBUCION.- Sus afloramientos en áreas
cercanas a la de estudio, son abundantes y han sido estudia -
dos por numerosos autores; sin embargo, en el área de la sie -
rra del Solitario de Teyra, aflora en forma por lo demás mala
y restringida; se ha localizado en la parte NE, en el flanco -
oriental de la sierra anterior; en el Puerto del Mimbres; ade -
más, aflora en el campo suroccidental de la sierra de San Ju -
lián, en ambos casos en forma de cordones y puertos de erosión
suave.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- Esta Unidad (fig. - 4:5), ha sido dividida en cuatro miembros distintos, tanto -- por su litología como por su contenido faunístico. Es necesario mencionar que en el área estudiada, por lo malo de sus -- afloramientos, no fue posible reconocer esos cuatro miembros; sólo fueron localizados dos de ellos; sin embargo, serán mencionados todos de acuerdo al estudio de Rogers et al, en Za - catecas y áreas adyacentes (op. cit), con los datos colecta - dos en el campo por el autor.

Miembro "A",.- Consiste, de la base a la -- cima de limolitas mal consolidadas de color gris pardusco, en capas delgadas; limolitas calcáreas compactas con nódulos de pedernal negro; un horizonte de caliza bituminosa de color ne gro lustroso; lutitas calcáreas de color pardo grisáceo, en - estratos delgados de estructura laminar mal consolidados. En_ este miembro son abundantes las concreciones calcáreas de has ta un metro de diámetro; pueden o nó presentar núcleo fosilí - fero; localmente son conocidas como "muelas de caballo".

Los fósiles que han sido colectados en es te miembro consisten de: Taramelliceras sp., Metahaploceras sp., Idoceras sp., Nebroditis sp., Trigonia sp.

MIEMBRO "B".- Consta de caliza arcillosa- fétida compacta de color gris pardusco, en estratos medianos- a gruesos; posee abundantes restos de amonitas y contenido ba

jo de fosforita, generalmente pellets reemplazados; lutitas - calcáreas de color pardo grisáceo, en estratos delgados, caliza silícea, lutitas calcáreas y fosforitas ocasionales, de colores pardo grisáceo y gris oscuro; aparecen intercalaciones de lentes y bandas de pedernal negro y las concreciones calcáreas disminuyen notablemente; los fósiles característicos están representados por Aucella sp., Glochiceras filiar (Oppel), Idoceras cajense, Hipoacantoniceras sp., Aspidoceras sp., --- Haploceras sp. y Taramelliceras sp.

MIEMBRO "C".- Este es el miembro de mas - importancia en cuanto al contenido de material fosfórico; su litología consiste de fosforita de color gris oscuro, con pedernal calcáreo fosfórico de dureza moderada; limolita calcárea, fosfórita friable de color gris claro a oscuro en estratos delgados (hasta de 15 centímetros); fosforita calcárea de color gris rojizo, caliza fosfórica de color gris oscuro en estratos delgados a medianos; limolita calcárea fosfórica, de color gris claro a oscuro, en estratos delgados con escasas concreciones calcáreas. El contenido medio de fosfatos es de 9.25%, con una desviación standard de 3.85% a ambos lados.

Los fósiles representativos son: Aspidoceras sp., Virgatosphinctes sp., Substeuroceras sp., Kossmatia sp., Cucullaea sp., gasterópodos vértebras de peces y madera fósil.

MIEMBRO "D".- Consiste de limolitas calcáreas de color pardusco, en capas delgadas con lenticulas de pedernal negro; la limolita es ligera a moderadamente fosfórica. Hacia la cima, predominan las calizas, las cuales pueden ser puras a contaminadas con terrígenos de grano fino del tipo de limo y arcilla; calizas tipo mudstone de color gris oscuro a negro, en capas delgadas, algunas lenticulares y moderadamente compactas.

Los fósiles representativos de este miembro consisten de: Peroniceras sp., Substeuroceras sp., Kossmatia sp., Berriassella aff. b. Calisto (D'Orbigny), Inoceramus sp y restos de belemnites.

En cuanto al espesor conjunto de toda la unidad, los cálculos resultaron del orden de los 75 metros --- aproximadamente, aunque lateralmente sufre cambios relativamente bruscos en su espesor, relacionados con un fondo muy ondulado en el momento de su depósito.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Esta formación descansa en forma concordante sobre el grupo Zuloaga; el cambio es muy marcado, puesto que cambia de las calizas en estratos gruesos a masivos de la Zuloaga, a las intercalaciones de estratos delgados de materiales calcáreos y terrígenos de La Caja.

Mientras que con respecto al contacto superior es transicional; los estratos delgados de calizas y lutitas limosas de colores grises y parduscos de la Formación - La Caja, gradúan a las calizas arcillosas de estratificación mediana y coloración rosa grisáceo claro con delgadas intercalaciones de lutitas calcáreas de coloración crema de la Formación Taraises; de esa forma se marca el cambio al Sistema Cretácico.

EDAD Y CORRELACION.- Por su posición estratigráfica y el contenido faunístico antes mencionado, su edad comprende los pisos Kimmeridgiano y Tithoniano, pertenecientes al período Malm del Jurásico Superior.

Es susceptible de correlacionarse con su equivalente o sea la Formación La Casita; además con las Formaciones Tamán y Pimienta de la cuenca Tampico-Misantla.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Por la litología que presenta y por la fauna característica que posee, el paquete de sedimentos que conforma la presente unidad, sugiere que dentro del ambiente donde fue depositada, prevalecieron condiciones extralitorales, de mares abiertos, someros, de temperaturas bajas y circulación restringida; mientras que - hacia la plataforma de Coahuila prevaleció un clima semi-templado y moderado a fuertemente húmedo.

4 d).- SISTEMA CRETACICO.

FORMACION TARAISES.

DEFINICION.- Originalmente fue definida-- por Imlay (1936 p. 1111), como una secuencia calcárea y arcillo-calcárea que aflora en el cañón de Taraises, localizado - en la porción occidental de la sierra de Parras, Coahuila, -- donde fue descrita como localidad tipo.

DISTRIBUCION.- Así como la unidad que le subyace, aflora en varias localidades circunvecinas; sin embargo, por su reducido espesor esta formación aflora escasamente dentro de la zona estudiada. Aflora en el flanco sur - occidental de la sierra de San Julián; asimismo en el flanco oriental de la sierra del Solitario de Teyra y en la parte - sur de la misma. Por su carácter litológico es fácilmente -- erosionable; debido a esta característica forma rasgos morfológicos distintivos, tales como cordones, cañadas y puertos de erosión.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- Esta Unidad (fig. - 4:6), está representada por calizas arcillosas de color gris claro que intemperizan en rosa pardusco en estratos delgados a medianos, físciles y con estructura laminar; presenta intercalaciones de caliza más pura, de tipo mudstone, en estratos muy parecidos a los anteriores, con espesores de 30 a 65 cen-

tímetros que intemperizan en color amarillento y pardusco; -- contiene asimismo delgadas intercalaciones de lutitas y limolitas calcáreas hasta de 25 centímetros de espesor; su coloración es gris claro que intemperiza en gris rosaceo y pardusco, presenta pequeños nódulos de pedernal de colos gris obscuro - en general poco abundantes. Su contenido faunístico es moderado, con la característica de estar muy mal conservado, algunos fósiles están parcialmente reemplazados por pirita y hematita; es frecuente hallar pequeños gránulos de los mismos minerales diseminados dentro de la roca.

El espesor calculado de la formación es-- aproximadamente de 85 metros; no es posible medirlo con exactitud, por no encontrarse una sección completa, debido a que generalmente se halla cubierta por una delgada cubierta de sedimentos aluviales, causada por su débil resistencia a los -- agentes erosivos.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Ambos contactos inferior y superior son transicionales con las formaciones que la limitan. En el primer caso, el contacto se marca donde se engrosan los espesores de las calizas, así como por la aparición de fauna Cretácica; en el segundo caso, el contacto se marca también por un cambio gradual en el espesor de los estratos calcáreos; el espesor es distintivo grueso a masivo de las capas de la caliza Tamaulipas Inferior, además es escaso el contenido de materiales terrígenos.

EDAD Y CORRELACION.- La fauna colectada por la Facultad de Ingeniería, durante los trabajos de campo del Prospecto Cedros, Zacatecas (1974), está representada --- por Olcostephanus sp., Anchiloceras sp., etc., además de microfaua tal como Calpionellas alpina y elíptica, Globigerina sp., foraminíferos planctónicos y calciesferúlidos; esta asociación fosilífera es indicativa de una edad comprendida entre el Berriasiano y el Hauteriviano Inferior.

La Formación Taraises es correlacionable con las Formaciones Las Vigas, Menchaca, Arcosa San Marcos y parte basal de Tamaulipas Inferior, del norte y noreste de México y con las Formaciones Santuario y San Ricardo del centro y sur de la República respectivamente.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Por su fauna representativa fue clasificada como una de las facies extralitoral, epicontinental de mares someros de aguas claras y templadas, aunque localmente estancada o con circulación muy restringida, condición sugerida por la presencia de pirita. La coloración amarillenta es indicativa de sequías extremas en las masas -- continentales cercanas.

FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR.

DEFINICION.- Originalmente Stephenson ---



Fig. 4.6: Alforramiento de la Formación Torales, al sur y sobre la margen izquierda del arroyo de los Castro



Fig. 4.5: Formación La Coja, expuesta en la pared sur del Puerto los Mimbres.

(1921), fue el que propuso el nombre de Caliza Tamaulipas, localidad tipo, y es evidente que el nombre fue dado a las rocas que afloran en el núcleo de la Sierra de Tamaulipas (Muir 1935) a los cuales se les asignó originalmente una edad de Albiano - Cenomaniano, posteriormente Burckhardt en 1930, en base a las evidencias paleontológicas que se obtuvieron en los pozos Altamira y Cochoy determinó por primera vez que una parte de las calizas Tamaulipas pertenecen al Cretácico Inferior.

A raíz de ese descubrimiento y por sugerencias de Burckhardt, Muir propuso dividir las Calizas Tamaulipas en dos unidades, una superior que representa los estratos de edad Albiano-Cenomaniano, llamando la Formación Tamaulipas Superior y otra inferior que representa a los estratos de edad Neocomiano-Aptiano, denominándola Formación Tamaulipas Inferior, separadas por la Formación Otates.

DISTRIBUCION.- En áreas circundantes ---- aflora en forma extensa, pero dentro de la zona tratada, sus afloramientos son relativamente restringidos; queda descubierta en el flanco nororiental de la sierra de San Julián, en las sierras de La Pera y La Minita y en el flanco oriental de la Sierra del Solitario de Teyra, así como también al poniente del puerto del Mimbres en forma de un bloque fallado de pequeñas dimensiones; se encuentra en contacto tectónico con la Formación Zuloaga y capas Nazas subyacentes.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- Al poniente del --
puerto del Mimbre, aflora como caliza tipo packstone a vac --
kestone de color gris rosado que intemperiza en gris cremoso-
opaco, con estratos gruesos a masivos con nódulos de pedernal
negro y pequeñas concreciones de pirita y hematita; es modera-
damente fosilífera. Presenta lías estilolíticas bien defi-
nidas. Microscópicamente es una biopelmicrita y en algunas --
partes una intramicrita, aunque cerca de la zona de falla apa-
rece recristalizada con diversos grados , generalmente aflora
en una forma semejante en todas partes, sin embargo, hacia la
cima de la unidad, se presentan algunos estratos delgados in--
tercalados con lutitas limosas de color gris que intemperizan
en crema pardusco, pero son escasos y esporádicos; en sus es-
pesores tienen alrededor de 10 centímetros, en esta zona el --
miembro arcilloso mencionado en la definición, está ausente;--
lo más probable es que sea por no depósito y sólo esté presen-
te en áreas mas cercanas a los elementos; predomina en esta --
región el patrón sedimentológico en carbonatos con terrígenos-
muy escasos.

La escasa fauna colectada en esta unidad,-
está representada por Holcostephanus sp., Anchiloceras sp., --
Requienia sp., Asteridiscus estos fósiles fueron colectados --
por Rogers Et Al (1961), Böse (1923 a y b) y brigadas de la Fa-
cultad de Ingeniería. (Prospecto Cedros 1974).

El espesor estimado en esta unidad fue de-

un poco más de 300 metros; el cálculo se realizó por métodos geométrico-descriptivos, de acuerdo con los datos colectados en el campo.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Su contacto inferior en concordante y transicional con los estratos delgados a medianos de la Formación Taraises, en contraste con los bancos gruesos a masivos de la formación en cuestión. El contacto superior es nítido y concordante, se marca donde aparecen los estratos delgados a medianos de sedimentos esencialmente terrígenos de la Formación La Peña, en contraste con la naturaleza netamente calcárea de la Formación Tamaulipas Inferior.

EDAD Y CORRELACION.- Por el contenido faunístico antes mencionado, además de su posición estratigráfica le ha sido asignada una edad que abarca desde el Hauteriviano-Superior hasta el Aptiano Medio; es correlacionable con las Formaciones Las Vigas y Parritas de la Cuenca de Parras; con la Formación Tamaulipas Inferior de la Cuenca de Tampico-Misantla; con la Formación El Doctor de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro; con la Formación Cuautla en Morelos y Guerrero, así como en la parte basal de la Formación Sierra Madre en el suroeste de la República Mexicana.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Por su caracter li-

tológico y físico es probable que su depósito se haya efectuado en un ambiente normal de plataforma de aguas tranquilas y templadas, de profundidad somera a medianamente profunda; la presencia de hematita y pirita sugiere que al menos en esta parte de la circulación del agua fue restringida, lo que provocó estancamientos parciales, los cuales no prevalecieron durante todo el depósito, puesto que así lo indican los horizontes rícos en fauna fósil.

FORMACION LA PEÑA.

DEFINICION.- Esta Unidad fue propuesta -- formalmente por Imlay (1936, p. 119), para una secuencia alterna de calizas y lutitas calcáreas, en un miembro superior y otro inferior constituido exclusivamente por calizas; sin embargo, fue redefinida por Humprey (1949, p. 103), el cual propuso restringir el nombre únicamente al miembro arcillo calcáreo y asignar el inferior a la Formación Cupido.

Esta formación fue descrita en el flanco-norte de la sierra de Taraises, a 4.8 kilómetros al E-SE de la Hacienda de la Peña, en la porción sur del estado de Coahuila y donde fue asignada como su localidad tipo.

DISTRIBUCION.- Dentro del área estudiada-esta formación aflora en la parte nororiental de la sierra de San Julián, así como un poco más al sur en las sierras de La-

Pera y La Minita y flanco oriental de la sierra del Solitario de Teyra; aflora símsimo en varias sierras circunvecinas por lo que sus características tanto litológicas como por su contenido faunístico, se constituye como una excelente formación guía.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- Por su carácter arcilloso esta formación es poco resistente a los agentes meteorológicos; por lo tanto, se erosiona fácilmente. Esto aunado a su posición estratigráfica intermedia entre dos formaciones más resistentes da como resultado una topografía de puertos de erosión suave.

En la sierra de La Minita, sobre el arroyo de los Muertos, existe un afloramiento consistente en mudstone de color gris claro que intemperizan en rojo ladrillo, en estratos medianos a gruesos, intercalados con capas de lutitas en estratos de 5 a 20 centímetros de espesor.

Mientras que en la sierra de La Pera se presentan como un wackestone de color gris pardusco que intemperiza en color gris claro, en estratos de 15 a 25 centímetros, intercaladas con lutitas calcáreas de color amarillento que intemperizan en pardo rosado.

En la Sierra del Solitario de Teyra, al norte del poblado de San Rafael y oriente del cerro Contreras,

aflora como una alternancia rítmica de calizas y calizas-arcillosas; tienen una estructura laminar, físisles de color gris claro que intemperizan en gris pardusco; se encuentran en estratos de 15 a 30 centímetros de espesor, intercaladas con lutitas calcáreas de color gris pardusco; se encuentran en estratos de 15 a 30 centímetros de espesor, intercaladas con lutitas calcáreas de color gris pardusco, que intemperizan en ocre rojizo, en estratos de 8 a 20 centímetros de espesor. Este afloramiento se encuentra en contacto tectónico con la caliza-Zuloaga, lo que indica un salto estratigráfico por fallamiento normal cercano a los 900 metros.

En la sierra de San Julián aflora como una caliza tipo mudstone de color gris claro que intemperiza en gris pardusco en estratos de 15 a 35 centímetros de espesor, intercalados con lutitas laminares físisles de color gris amarillento que intemperizan en ocre rojizo, en estratos de 10 a 12 centímetros de espesor.

En general en toda la unidad se presentan cantidades moderadamente abundantes de lenticulas y nódulos de pedernal negro, así como también pequeños gránulos diseminados de pirita.

En cuanto al espesor total de la unidad, no fue posible medirlo con precisión, debido a la falta de buenos

afloramientos; sin embargo, en la sierra de La Minita fueron medidas dos secciones incompletas por las brigadas de la Facultad de Ingeniería, con resultados de 60 y 95 metros; el espesor calculado fue de 120 metros aproximadamente.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Esta unidad descansa sobre la Formación Tamaulipas Inferior y es cubierta por la Formación Cuesta del Cura; ambos contactos son concordantes y nítidos, por lo tanto, fácilmente reconocibles en el campo.

EDAD Y CORRELACION.- Los fósiles de amonoides colectados en esta unidad por miembros de las brigadas de la Facultad de Ingeniería (Prospecto Cedros, 1974 p. 73), así como por el autor son: Parahoplites sp., Dufrenoya sp., Colombiceras sp., Parahoplites anthula, Hypocantoplites sp., Dufrenoya Justinae (Hill), por la cual se puede inferir que posiblemente represente todo el Aptiano y parte inferior del Albiano; sin embargo, en el noroeste de la República solamente está representado el Aptiano Superior.

Es correlacionable con la Formación Otaates de la Cuenca Tampico-Misantla, con la Formación Las Uvas en el área de Acatita-Las Delicias, con la Formación Cuchillo, en el valle del río Conchos, con la parte superior de la Caliza Chinameca y con la Formación San Ricardo en el Istmo de Tehuantepec.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Como resultado de los levantamientos pausados ocurridos durante el Aptiano, la erosión sobre áreas positivas se acentuó, por lo que esta undad, tiene características terrígenas de tipo primordialmente arcilloso y arcilloso-calcáreo. Su uniformidad depositacional así como su amplia distribución sugiere un ambiente uniforme de aguas epineríticas extralitorales, templadas y tranquilas, lo que contribuyó al desarrollo de la vida marina.

FORMACION CUESTA DEL CURA.

DEFINICION.- Esta unidad fue descubierta y propuesta formalmente por Imlay (1936, p. 1125), como una secuencia de caliza de color gris oscuro de estratificación ondulante, con intercalaciones de lentes y nódulos de peder nal negro. En el área de la Cuesta del Cura, localizada a 6.5 kilómetros al oeste de Parras, Coahuila, cubre a la Formación Aurora y es cubierta por la Formación Indidura; esta es su localidad tipo, donde alcanza un espesor total de 65 metros.

DISTRIBUCION.- Los afloramientos de la --- formación están ampliamente distribuidos dentro del área de -- trabajo puesto que aflora sobre el flanco oriental de la sierra del Solitario de Teyra, en la sierra de La Pera, en la sierra de La Minita, así como en el flanco nororiental de la sierra de San Julián.

LITOLOGIA Y ESPESOR.- Generalmente la litología de esta unidad es uniforme; consiste en caliza de color gris oscuro a negro, de grano fino en estratos delgados a medianos, ondulados, con intercalaciones de bandas de pedernal negro, así como abundantes vetillas rellenas de calcita secundaria.

En la sierra del Solitario de Teyra, sobre su flanco oriental y al norte del poblado de San Rafael, esta unidad está en contacto con la Caliza Zuloaga y aflora como una caliza de color gris oscuro de grano fino, de tipo wackestone en estratos de 20 a 30 centímetros de espesor, con estructura laminar; no se aprecia con cambios de color en superficies intemperizadas, si acaso el lustre se muestra mas opaco; presenta intercalaciones de bandas y lentículas de pedernal negro.

Más al sur, dentro de la misma sierra y en los alrededores del rancho Majada de Tepozanes, la caliza varía entre mudstone y wackestone, en su clásico color gris oscuro. Los estratos varían de delgados a medianos y las bandas de pedernal alcanzan hasta 12 centímetros de espesor.

En la sierra de La Minita al S.SE del poblado de Gallegos, aflora un wackestone de color gris oscuro que intemperiza en gris opaco, en estratos de 20 a 30 centímetros de espesor; las bandas de pedernal negro, alcanzan grosos-

res de 10 a 15 centímetros.

Como su contacto superior no aflora dentro de los límites de la zona cartografiada, no es posible medir una sección completa; se estima que su espesor total sobrepasa los 275 metros.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.- Esta unidad sobreyace a la Formación La Peña en forma concordante; el contacto es claro y nítido entre ambas Formaciones. Está cubierta por la Formación Indidura; sin embargo, esta última probablemente haya sido totalmente erosionada de la zona estudiada, -- por lo cual no es posible definir su contacto superior.

EDAD Y CORRELACION.- Tanto por su posición estratigráfica, como por su contenido faunístico informado por los autores mencionados (F.I. Prosp. Cedros 1975, p.80), Rogers Et Al, 1961, p.49), se le ha asignado una edad que abarca del Albiano al Cenomaniano Inferior; dentro de la macrofauna colectada por dichos autores, es posible citar los siguientes fósiles: Ancylloceras Zacatecanum Böse, Oxitropidoceras aff o acutocarinata (Shumard), Hysterocheras aguileras, Böse, Cryoceras sp., Turrilites sp., Montelliceras sp., etc., la microfauna reportada ha sido Calcisphaerula innominata, Pithonella ovalis, Stomiosphaera conoidea, Rotaliopora sp, y radiolarios.

Las unidades correlacionables con esta -- formación son: la Formación Tamaulipas Superior del sur de Ixmiquilpan, Hidalgo, la Formación El Abra de la Cuenca Tampico-Misantla, la Caliza Monclova y Grupo Washita del noroeste de México y sur de Texas, con la parte superior de la Formación Sierra Madre del sureste de México, así como con la Formación Aurora, con la cual se interdigita transgresivamente, puesto que -- en otras localidades la Formación Cuesta del Cura sobreyace a la Caliza Aurora.

AMBIENTE DE DEPOSITO.- Por las características litológicas de esta unidad, se deduce que fue depositada en un ambiente pelágico de cuenca, de profundidad considerable, originado por la gran transgresión de los mares del Albiano; como resultado se tuvo un cambio muy marcado del patrón sedimentológico imperante durante el Aptiano Superior.

SISTEMA TERCIARIO.

La parte correspondiente al Cretácico Superior, representado por sedimentos terrígenos de carácter cíclico (Flysch) y compuesto por las Formaciones Indidura, Caracol y Lutita Parras, no afloran dentro del área; lo más probable es que hayan sido erosionadas totalmente, puesto que en -- áreas vecinas relativamente cercanas, afloran en forma notoriamente amplia.

Asimismo no aloran ni existen vestigios de rocas pertenecientes al Sistema Terciario, el cual está representado por el Conglomerado Ahuichila, derivado de la erosión-intensa de las estructuras originadas por la tectogenésis del-Cretácico Tardío y Terciario Temprano. Dicho conglomerado aflora un poco más en el norte fuera del límite septentrional de la hoja estudiada en las cercanías del poblado Caopas, Zacatecas.

4 e).- SISTEMA CUATERNARIO.

GRAVA PERIBAÑEZ.- Dedinida por Córdoba D. (1963), como una mezcla de sedimentos detríticos continentales, pobremente consolidados o sueltos y heterogéneos en litología, tamaño y grado de redondeamiento, que ocupan zonas de piamonte, conformado los taludes y abanicos aluviales.

Su distribución dentro de la zona estudiada es relativamente amplia; ocupa la parte occidental de la sierra del Solitario de Teyra y pequeñas áreas al oriente de la misma, así como en la porción noreste del Tanque de San Ramón, en la parte norcentral de la hoja en cuestión.

Está constituida por fragmentos mal clasificados, angulosos a subredondeados de rocas provenientes de toda la columna sedimentaria presente en el área, así como también de rocas ígneas plutónicas y volcánicas. La granulometría-

comprende prácticamente toda la gama conocida de tamaños y formas, en cuanto al espesor, éste es variable; abarcando entre 0_ y alrededor de los 100 metros; descansando sobre rocas de toda la columna antes mencionada, según el lugar de su depósito, interdigitándose con sedimentos aluviales y lacustres.

Su edad probablemente comprenda desde el Plioceno Tardío, hasta el Reciente. Conforman el tipo clásico de sedimentos continentales de el piamonte, de origen tanto aluvial como eluvial.

ALUVION.- Este tipo de sedimentos, comprenden de todo el material que ocupa las partes topográficamente bajas, tales como valles sinclinales, bolsones y en general depresiones intermontanas; la mayor parte constituido por material clásico fino con abundante caliche y sales carbonatadas, así como arcillas calcáreas, calizas lacustres y algunas evaporitas, depositadas en playas de lagunas efímeras en las partes mas bajas, conformando suelos de tipo pedocal.

En la tabla 4:1, se muestran las relaciones estratigráficas del área y de algunas otras localidades.

CAPITULO 5

ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS.

5).- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS.

5 a).- ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS.

Dentro de este renglón están representadas por rocas ígneas extrusivas de composición básica, en derrames sucesivos de espesores variables entre 1.5 y 3 metros de traquibasalto de olivino de color gris claro a obscuro y pardo rojizo en superficies frescas, mientras que su color de intemperismo es pardo grisáceo opaco. Su estructura es compacta hacia la base de cada derrame, pero hacia la parte superior presenta vesículas rellenas por ceolitas, sales carbonatadas y calcedonia, lo que da lugar a una textura amigdalíode; asimismo, presenta una estructura columnar, mal desarrollada con polígonos irregulares; las columnas no son perfectas, puesto que las juntas son oblicuas entre sí.

Del análisis microscópico resultaron como minerales esenciales, sólo plagioclasas cálcicas de composición aproximada An_{80} , por lo que se clasifica como la bradorita; se presenta en pequeñas laminillas tabulares semi paralelas. Los minerales accesorios están compuestos por olivino, augita, pigeonita y magnetita; los minerales secundarios son iddingsita, producto de alteración de olivino y los minerales que rellenan las vesículas antes mencionadas.

Estos basaltos tal vez fueron originados

por derrames de fisura, puesto que conforman mesetas en la -- parte suroccidental del Pico de Teyra; es de suponer que ta -- les productos tienen una edad anterior al Pleistoceno; corres -- ponde probablemente a una etapa de actividad ígnea del Mioce -- no-Plioceno y fueron depositadas en un ambiente continental.

5 b).- ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS.

PICO DE TEYRA.- Dentro del área, existe -- un cuerpo ígneo de naturaleza intrusiva (figs. 5:1 y 5:2), el cual constituye la prominencia montañosa mas abrupta y fácil -- mente reconocible, aún desde grandes distancias, dicho cuerpo es -- aproximadamente elíptica, con el eje mayor de 3.5 kiló -- metros y de 2.5 el menor, se interconecta hacia el ENE con -- otro cuerpo de la misma naturaleza de forma tabular irregular, el cual desaparece bajo el aluvión, en los alrededores del -- rancho San Rafael y, por lo tanto, no se conocen sus verdade -- ras dimensiones. La morfología que presentan es sumamente dis -- tintiva, ya que el primero es sumamente resistente a la ero -- sión, forma altos acantilados, farallones y crestones; en su -- perfcies intemperizadas muestra formas esféricas y numerosas fracturas y diaclasas orientadas al azar; su altitud máxima -- es de 2868 metros sobre el nivel del mar y unos 1100 metros -- sobre el nivel del valle. Presenta cambios litológicos de una zona a otra, sin embargo, la roca dominante se constituye como una monzonita de cuarzo graduado localmente a granodiorita, -- Los minerales constituyentes de la roca son: cuarzo, con un --

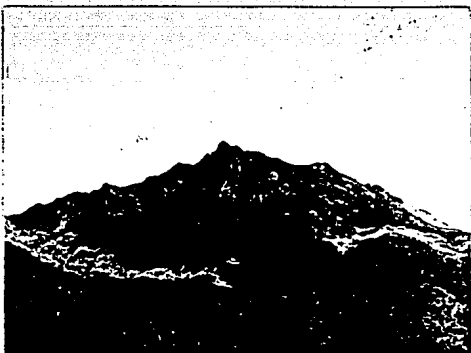


Fig. 5-1

Los aspectos del intrusivo del Pico de Teyra, el superior es mirando hacia el sur, desde la falda occidental del cerro Cofo, en primer plano, los sedimentos de la Formación Toroy. La inferior es una vista hacia el norte, desde el camino de San Felipe de Teyra a Estación Comacho Zac. En primer plano aparece el Filo Huorache.

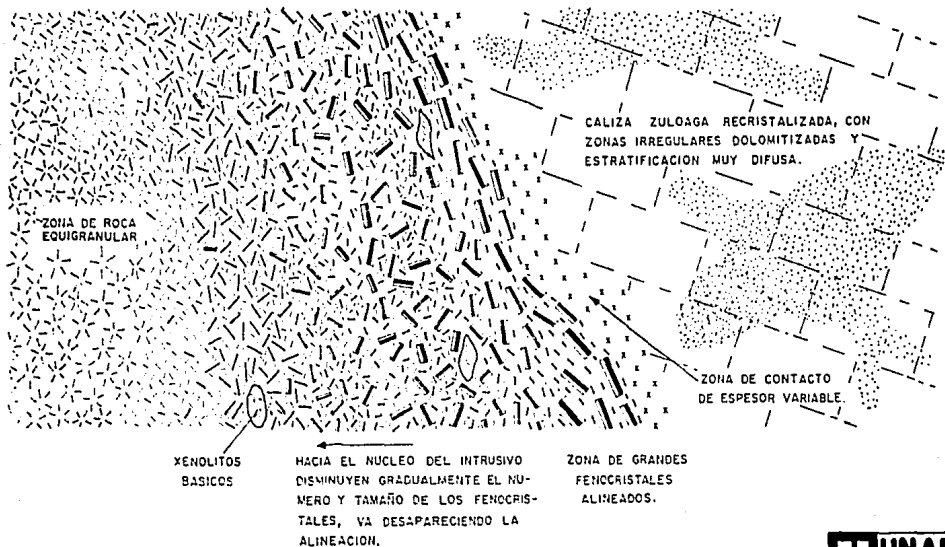
Fig. 5-2



promedio general de 7.5%; cantidades aproximadamente iguales de feldespato potásico (ortoclasa y microclina) y plagioclasas de composición media Ab80 (oligoclasa-andesina); los minerales ferromagnesianos están compuestos por piroxenas y hornblenda; estos minerales en algunas localidades forman fenocristales que muestran orientaciones comunes; como minerales accesorios se presentan: La esfena, el apatito, el circon y minerales opacos esporádicos, como la calcopirita y piritita con trazas de limonita, la roca muestra una textura --- equigranular de alotriomórfica o hipidiomórfica, estructura masiva y porosidad nula, en superficies frescas presenta coloraciones de gris ligeramente oscuro, con tintes parduscos, rojizos y verdosos, intemperiza en blanco grisáceo moteado ó pardo amarillento; el índice de color varía entre 7 y 33 la roca se clasifica como monzonita de cuarzo, esporádicamente pueden observarse xenolitos redondeados de una roca equigranular de grano fino de composición básica.

En cuanto al apófisis con el cual se interconecta, presenta en general una composición mineral semejante a la anterior, pero es más débil a los fenómenos del intemperismo, por lo que la hace muy disgregable y poco resistente a la erosión; ocupa generalmente valles y lomas bajas; esta característica se la imprime su carácter porfídico. Los fenocristales de grandes dimensiones (hasta de 30 centímetros), principalmente de forma tabular, presentan un cambio

FIG. 5-3 : CORTE ESQUEMATICO DE LA DISPOSICION ESTRUCTURAL Y PETROLOGICA DEL INTRUSIVO, AL NORTE DEL RANCHO NORIA DEL PICO.



notable en la coloración del núcleo, el cual es un poco más - obscuro que la zona de la periferia, probablemente por la disminución de calcio del núcleo a los bordes. De cualquier forma varía entre oligoclasa y andesina. En el núcleo de este intrusivo dichos fenocristales presentan un desorden total, pues crecen en todas direcciones, en contraste con la zona bordera donde adquieren un marcado paralelismo, el cual está íntima - mente ligado a la tectónica de intrusión forzada (fig. 5:3).

Los fenocristales se presentan en una matriz compuesta por una mezcla de cristales más pequeños de microclina, ortoclasa, cuarzo anhedral intersticial en pequeñas - cantidades, con minerales accesorios representados por horn--blenda, augita y secundarios tales como apatita, circón y trazas de un granate de color rojo pardusco. En general se puede clasificar como una monzonita de cuarzo, aunque puede variar localmente a monzonita de hornblenda. Por su carácter inequi-granular, es fácilmente erosionable, ya que los esfuerzos de tensión y contracción diferencial en los distintos minerales, por variaciones en los coeficientes de dilatación térmica, -- originan grandes esfuerzos a nivel mineral, lo que hace que - la roca pierda paulatinamente cohesión.

Otro pequeño cuerpo de la misma naturaleza, aflora en la pared norte del cañón de los Mimbres y se encuentra intrusionando a las rocas de la Formación Nazas.

5 c).- ROCAS METAMORFICAS.

Dentro de este renglón las rocas están -- representadas por dos grupos de metamorfismo de contacto (figs. 5:4, 5:5 y 5:6), y regional de bajo grado. De este último, -- las Formaciones basales Taray y Nazas, por su carácter terrí-- genoreaccionaron formando planos de crucero pizarroso; origi-- nan filitas de fractura fisil, de coloraciones negro a gris -- acero, con lustre sedoso en planos paralelos, impartido por -- la presencia de sericita y pequeñas cantidades de muscovita. -- En sección delgada, se muestra como una filita moteada de al-- bita, andalucita y sericita (Córdoba D. Hoja Apizolaya, ----- U.N.A.M., 1964); presenta pequeños gránulos de cuarzo cizalla-- dos y escasa muscovita en pequeñas hojuelas; la sericita ocu-- rre en masas fibrosas y capas. Asimismo, presenta cuarzoarení-- tas lítico-feldespáticas de color gris acero a negro, con in-- cipientes muestras de metamorfismo, las novaculitas no presen-- tan alteración mineralógica, en cambio poseen crenulaciones -- y micropliegues en cantidades moderadas.

Dentro de la Formación Nazas, también se-- presentan abundantes filitas color rojo ladrillo y abundan -- las tobas líticas de color verde pistache. En rocas volcáni-- cas es difícil reconocer las deformaciones tectónicas y fenó-- menos metamórficos.

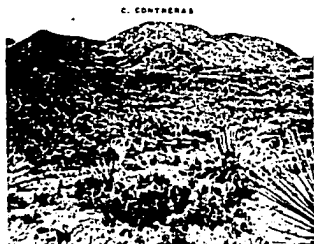


Fig.5-4 : Valle ocupado por rocas muy alteradas del intrusivo, en la periferia del rancho Norio del Pico.

Fig.5-5 : Contacto entre la roca intrusiva con la Coliza Zuloaga, la cual aparece bastante fracturada y recristalizada.

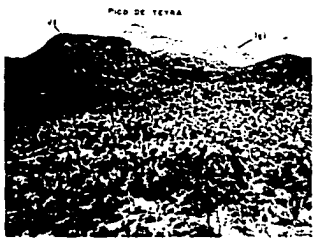
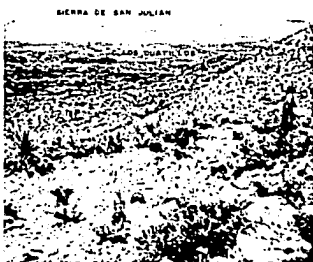


Fig.5-6 : Colgante sedimentario sobre rocas igneas intrusivas.

El metamorfismo de contacto se manifiesta en las Formaciones Zuloaga y Cuesta del Cura, en forma un tan to restringida, con aureola metamórfica relativamente delgada, donde la cristalización es de grano fino, dando lugar a márm^o les y algunos skarns; son apreciables zonas irregulares de do lomitización.

CAPITULO 6

GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

CAPITULO 6 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

6 a).- RELACIONES CON EL MARCO REGIONAL.

Al hacer mención de este apartado, es necesario apoyarse en la llamada tectónica global o de placas, debido a que por medio de esta es posible definir los esfuerzos y las direcciones que obedecieron a deformar las condiciones estructurales previas a las diferentes orogenias que han ocurrido a través del tiempo geológico y ubicarlas con relativa precisión en el tiempo y espacio.

La teoría de la tectónica global, se sustenta en el concepto de que la litósfera terrestre (corteza y manto superior) de espesor variable entre 100 y 150 kilómetros, se encuentra dividida en varias placas semirígidas, las cuales se desplazan sobre la astenósfera; esta se constituye como base de la litósfera, hasta una profundidad de 800 a 1000 kilómetros, dichas placas se desplazan en movimientos convectivos, los cuales generan la fuerza necesaria para la deformación y deriva de los continentes.

Estas unidades corticales, pueden estar constituidas por material de fondo oceánico tipo basáltico-ofiolítico o por material oceánico que subyace bajo el material continental (placas mixtas), las cuales presentan movimientos, unas con respecto a otras, ya sea de acercamiento, separación o deslizamiento.

Son conocidos varios tipos de relaciones entre entidades crustales oceánicas (fig. 6:1) y continentales, tales como los siguientes casos:

Límites convergentes o destructivos.

Límites divergentes o de crecimiento.

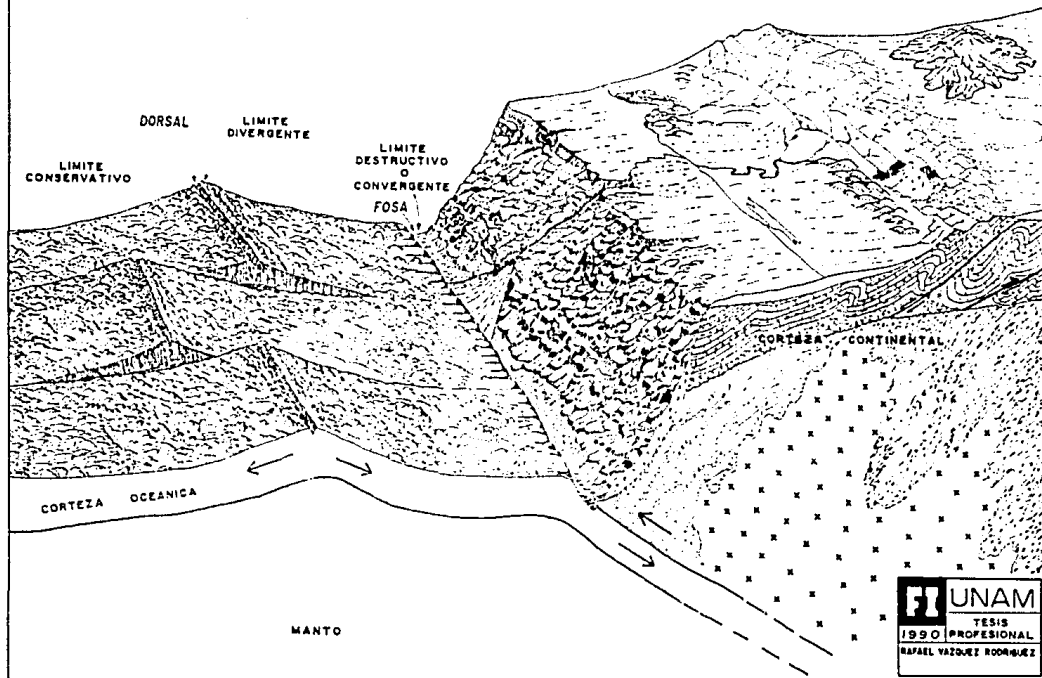
Límites conservativos.

Dentro del primer caso, las manifestaciones geográficas que las determinan, consisten en arcos insulares, fosas o trincheras y cadenas montañosas de plegamiento, en estas zonas se presentan sismos de profundidad variable desde someros hasta profundos, asimismo anomalías magnéticas y gravimétricas.

Dentro de este caso, existen tres variantes principales: el primer tipo se presenta cuando dos placas, ambas oceánicas convergen, de tal forma que una subduce bajo la otra, con la consiguiente formación de un arco insular volcánico en la placa superior; este tipo de tectonismo, puede dar origen al crecimiento de los continentes.

El segundo tipo ocurre cuando la convergencia es entre una placa oceánica y una placa continental, donde la corteza oceánica, por estar constituida por material mas denso (Sima), generalmente subduce bajo la corteza conti-

Fig. 6-1 BLOQUE DIAGRAMATICO IDEALIZADO, DE UNA REGION TIPO BORDE PACIFICO ORIENTAL, DONDE SON ILUSTRADAS LAS TRES FORMAS PRINCIPALES DE RELACIONES ENTRE PLACAS DE LA LITOSFERA.



mental (Sial) y este se integra en el manto; la consecuencia de este efecto, es la formación de una fosa oceánica y una serie de manifestaciones volcánicas calcoalcalinas marginales en la unidad cortical continental, paralelas al borde -- donde es consumida la placa oceánica.

El tercer tipo se presenta cuando dos -- placas mixtas colisionan de tal forma que al ser totalmente consumidas las partes de corteza oceánica, las partes continentales a su vez adoptan plegamientos y estructuras complejas, cerca de las márgenes, tal es el caso de la cordillera del Himalaya, así como también cadenas y macizos montañosos-semiparalelos.

El segundo caso existe en las cordille-- ras oceánicas donde se genera constantemente nueva corteza, - debido a las efusiones de material magmático que proviene de la astenósfera y ya consolidado, es forzado hacia los lados - por nuevo material fundido, que fluye desde profundidades -- aún no determinadas y, por consecuencia, las placas son sepa radas. Las principales características que se presentan en - este caso, son los sismos someros, elevados flujos térmicos, erupciones de fisura y fuertes anomalías magnéticas.

El tercer caso ocurre cuando las placas - se ven sujetas a desplazamientos paralelos, unas con respec-

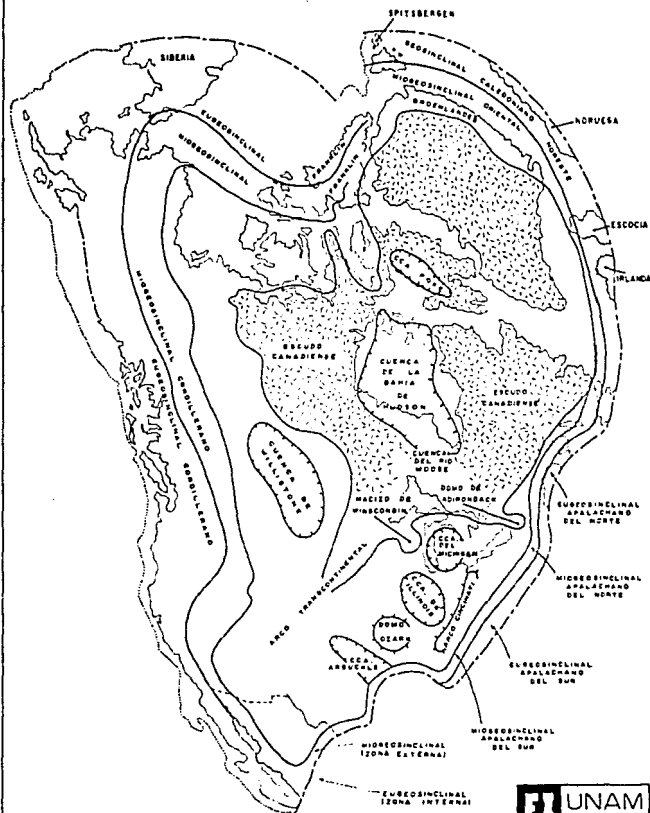
to a otras, por medio de fallas de transformación, sin que -- exista adición o pérdida de material, tales son los casos del sistema de la falla de San Andrés, donde se localiza el con -- tacto entre las placas Americana y Pacífica, además de las fa -- llas Mendocino, Clarion, Murray, etc.

Las pruebas que apoyan la expansión de -- corteza oceánica, son las anomalías magnéticas detectadas en -- ambos lados de las dorsales oceánicas, dispuestas de manera -- regular en franjas paralelas de alternancias positivas, que -- sugieren que el campo magnético terrestre ha sufrido inversio -- nes constantes, pero no necesariamente rítmicas a través del -- tiempo geológico; es posible fechar tales anomalías de tal -- forma que se ha observado que su edad se incrementa a medida -- que se van alejando de las cordilleras oceánicas, es decir, -- que las más jóvenes son las contiguas a dichas cordilleras.-- Su origen se deduce por las eyecciones de material magmático, proveniente desde la astenósfera, por medio de corrientes con -- vectivas, en el cual se magnetizan los minerales ferromagne -- sianos presentes, de acuerdo al campo imperante en el momento de su cristalización.

Las lineaciones magnéticas impresas en -- los minerales ferromagnesianos de las rocas antiguas, contras -- tan significativamente con las de las rocas mas recientes, -- además de una reiterada inversión en polaridad del campo mag -- nético terrestre.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

FIG. 63- ELEMENTOS TECTONICOS DE NORTEAMERICA ANCESTRAL
DURANTE EL PALEOZOICO.



En la figura 6:2, se muestra la concepción tectónica de Seyfert y Sirkin, respecto al subcontinente norteamericano durante el Paleozoico.

6 b).- TECTONICA LOCAL.

Los fenómenos estructurales que se observan en el área, son el resultado de varios eventos tectónicos que actuaron en periodos distintivos y obedecieron a esfuerzos tanto tangenciales como verticales.

Las manifestaciones del primer evento tectónico se observan en las rocas basales que constituyen la Formación Taray, dichas manifestaciones, se observan como un movimiento de tipo tangencial y que actuaron principalmente de sur a norte; pliega a los sedimentos del Eratema Paleozoico en forma enérgica, que obligaron a las estructuras a adoptar planos axiales en dirección aproximada este-oeste en pliegues muy comprimidos; llegan a ser isoclinales, como lo manifiesta su tendencia preferencial de echados hacia el sur; dicho evento, tuvo lugar hacia el final del Paleozoico, es decir, durante la orogenia Permotriásica.

Con el advenimiento del período postorogénico, se presentan esfuerzos tensionales que originaron grandes fosas tectónicas, que fueron rellenadas por materiales de acarreo y una potente secuencia de rocas volcánicas de carácter

ter ácido a intermedio, que dieron lugar a la Formación Nazas. Durante su depósito esta se ve afectada por los fenómenos de intertemperismo y erosión. Dicho período de actividad volcánica se desarrolla hacia el Triásico Superior; es notable el cambio de espesor lateral de esta última unidad, puesto que presenta espesores desde cero, hasta un máximo de alrededor de 800 metros. Durante el Jurásico Inferior y Medio, prevalecen en el área, los fenómenos erosivos, mientras que en el Dogger Superior, se presenta una serie de movimientos epeirogénicos que dan lugar a una nueva transgresión marina en el Oxfordiano, para dar inicio a una gran época de sedimentación carbonatada, que fue afectada en varias etapas, por movimientos -- verticales ascendentes de tierras positivas circundantes, que contribuyeron con grandes aportaciones de materiales terrígenos, los cuales interrumpieron los depósitos carbonatados; dichos movimientos ocurren principalmente hacia el Tithoniano, Neocomiano y Aptiano Superior, con pausas alternas de elevaciones y hundimientos, hasta que, en el Cretácico Superior, -- específicamente hacia el Cenomaniano Inferior, comienzan a manifestarse los primeros indicios de nuevas pulsaciones orogénicas, que vinieron a dar lugar a los depósitos flysch del Cenomaniano al Maestrichtiano; tales esfuerzos, presentan su -- etapa crítica, al final del Cretácico e inicios del Terciario.

Al iniciarse las pulsaciones orogénicas, el paquete sedimentario comienza a sufrir levantamientos y, -- consecuentemente, plegamiento y deformación. Los sedimentos --

correspondientes al Cretácico Superior (Formaciones Indidura y Caracol), fueron totalmente erosionadas del área estudiada; no se detectó ningún afloramiento de rocas pertenecientes a esa edad. Los esfuerzos dominantes actuaron en dirección al noreste; obligaron a la cobertura sedimentaria mesozoica a plegarse contra los elementos de Coahuila y Tamaulipas. Dentro del área, existen estructuras con orientaciones diversas. En el anticlinorio de La Gruñidora la traza de los planos axiales, presenta una dirección norte-sur, mientras en la sierra de San Julián y flanco oriental de la sierra del Solitario de Teyra, las estructuras guardan una dirección sureste-noroeste; dentro del área estudiada, se conserva el vértice de la flexión que presenta la Sierra Madre Oriental, en su cambio hacia el sector transversal; es decir, que tales ejes se tornaron sinuosos en el centro de la hoja, con sus concavidades hacia el suroeste; localmente adquieren direcciones este-oeste. Son concordantes a las trazas axiales dominantes a este sector; posteriormente adquirieron una dirección hacia el noroeste, en línea con los ejes estructurales de los anticlinales de Ramírez, Punta de Santo Domingo, El Negro, San Pedro y Lomas La Sierrita; con excepción del primero, estos son los flancos nororientales de dichos pliegues.

Al experimentar los efectos compresivos, las rocas basales son elevadas; provocan desniveles que obligan a los sedimentos que sobreyacen al miembro medio evaporítico de la Caliza Zuloaga, a desprenderse por gravedad sobre-

una superficie inclinada; se deslizan sobre dichas evaporitas que actuaron como lubricante; este efecto se observa claramente en la parte sur de la sierra de San Julián y en la zona de Las Norias, sureste del cerro El Charnís y suroeste de Tortugas; en este lugar, el espesor de los yesos, alcanza los 45 metros. Se nota un marcado cambio en la disposición estructural de las calizas que flanquean el miembro evaporítico. El miembro inferior permanece plegado, de acuerdo con el patrón-basal regional; mientras que el superior, acompañado de las demás formaciones suprayacentes, adopta un plegamiento secundario, por tectónica gravitacional deslizante.

Un aspecto notable del contacto entre las Formaciones Nazas y Zuloaga, es que en la cima de aquélla, se presenta un conglomerado oligomítico de clastos grandes, bien redondeados y cementados de rocas volcánicas, derivadas de la misma formación. La base de la segunda, presenta un intenso y persistente brechamiento, bien cementado por calcita espática y barita en una zona paralela al contacto; disminuye gradualmente hacia niveles superiores, hasta convertirse en vetillas de calcitas diseminadas; tal efecto sugiere un movimiento -- friccionante entre ambas unidades, originadas en la etapa de máxima compresión de la orogenia del Cretácico Tardío y Ter -- ciario Temprano, que obligó a los mares mesozoicos a retirarse hasta la posición actual. Posteriormente, se presenta la -- etapa tafrogénica, con el consecuente emplazamiento de cuerpos ígneos intrusivos, fallamiento en bloques y génesis de fo

sas tectónicas. Durante este período se emplazan los intrusivos del Pico de Teyra, San Rafael y el cerro El Bordo; tales cuerpos posiblemente hayan sido emplazados por inyección forzada, así como lo sugiere tanto la reducida aureola metamórfica de contacto, como el intenso fracturamiento que presentan las diversas unidades intrusionadas. En las inmediaciones occidentales del poblado de San Rafael, se aprecian valiosos colgantes sedimentarios, principalmente la Caliza Zuloga, que muestra intenso fracturamiento además de recristalización variable y localmente silicificación y dolomitización, causada por fluidos hidrotermales emanados del cuerpo intrusivo durante la última etapa de su consolidación. Las rocas de las Formaciones Taray y Nazas fueron afectadas de manera incipiente, produciendo filitización en los sedimentos pelíticos; no se aprecian cambios notables en las rocas de grano más grueso; si acaso una sericitización de la matriz arcillosa. Las rocas volcánicas de la segunda (Fm. Nazas), no sufrieron cambios.

Por el carácter del presente trabajo, no fue posible establecer el origen del metamorfismo de bajo grado de las rocas que constituyen la Formación Taray, si los efectos metasomáticos o los efectos dinámicos. Lo más probable es que ambos contribuyeron; sin embargo, las filitas presentan estructura laminar, ondulamientos y salchichonamiento por paquetes de láminas, lo que sugiere que el efecto dinámico prevalece sobre el térmico.

Es notable el contraste que presentan los estratos superiores de los flancos orientales que afloran en las sierras del Solitario de Teyra y Gruñidora (Caliza Cuesta del Cura), los cuales buzan hacia el oriente, puesto que los pliegues sinclinales intermedios entre esas sierras y las de San Julián en su porción suroriental, además de La Candelaria, presentan en sus flancos suroccidentales afloramientos de la Formación Nazas del Triásico Superior, es decir, que las estructuras sinclinales no se completan, lo que sugiere la presencia de una falla normal de grandes dimensiones y de salto-estratigráfico considerable de rumbo aproximado N 30° SE. Otro fallamiento apreciable de carácter normal, se localiza en el flanco occidental de la sierra del Solitario de Teyra, que -- oculta dicho flanco y pone en contacto tectónico las Formaciones Nazas y Taray en el sur (Secc. A-A' en plano geológico -- anexo), así como las Formaciones Tamaulipas Inferior y Nazas, a la altura del cañón del Mimbres, hacia la parte norte de la sierra.

Durante la etapa terciaria del fallamiento en bloques antes mencionado, se generan los extensos valles conocidos localmente con el nombre de bolsones, que han sido rellenados paulatinamente por los productos derivados de la erosión de las estructuras topográficamente sobresalientes y que han sido transportadas por las corrientes pluviales de tipo intermitente que drenan el área; tal drenaje en este tipo de cuencas, es de tipo endorreico, donde en las partes bajas-

de dichos valles estacionalmente se acumula el agua drenada - proveniente de las sierras y formando lagunas efímeras que -- con la evaporación precipitan las sales acarreadas en solu -- ción.

Durante el Pleistoceno, se manifiesta una breve etapa de actividad volcánica de composición básica localizada hacia el suroeste del Pico de Teyra, tales derrames -- presentan una estructura semicolumnar dado que las juntas son verticalmente semiparalelas, el basalto es de textura compacta en el centro de los derrames, con variaciones de vesicular a amigdaloides hacia la superficie, los derrames se han visto afectados por fallamientos normales con los bloques caídos hacia el suroeste, cabe aclarar que no se observa el conducto o aparato volcánico por el cual fueron emitidos, por lo que se infiere que son derrames de fisura.

6 c).- DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS LOCALLES.

La sierra del Solitario de Teyra, se constituye como un complejo estructural guarda la dirección antes mencionada, en conjunto con el sistema Caopas-Rodeo, conforma una estructura compleja originada por tectónicas superpuestas, de probable edad miocénica propuesta por Tardy M (1972). Es de forma muy irregular, puesto que hacia el norte, muestra una anchura de aproximadamente tres kilómetros; en la parte sur, su anchura se incrementa alrededor de nueve kilómetros; en su núcleo aflora una secuencia sedimentaria marina constituida por-

rocas pelíticas, psamíticas, silíceas no fragmentadas y carbonatadas subordinadas, las cuales se encuentran ligeramente metamorfoseadas en grado bajo; estas rocas se encuentran a su vez cubiertas por las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Nazas, sin embargo, esta unidad no cubre totalmente a la anterior, puesto que hacia el NE del intrusivo "Pico de Teyra", la Caliza Zuloaga descansa directamente sobre la unidad basal, sugiriendo una etapa de intensa erosión predepósito de esta caliza. En las estribaciones orientales y meridionales de la sierra aflora el paquete sedimentario correspondiente al Jurásico Superior y Cretácico Inferior, mientras que en su flanco occidental afloran rocas pertenecientes a las Formaciones Nazas y Zuloaga, así como una secuencia volcánica basáltica del Terciario Superior de moderadas dimensiones.

La estructura se encuentra afectada por numerosas fallas de carácter tensional, que muestran orientaciones normales al eje de la estructura principal, así como otras paralelas al mismo, caso del flanco occidental de la sierra, donde una falla normal pone en contacto a las Formaciones Nazas y Taray, la cual puede observarse en una longitud aproximada de 10 kilómetros. Al oriente del puerto "Los Mimbres", se localiza otra falla del mismo tipo, pero de salto estratigráfico mayor, pues pone en contacto a las Formaciones Nazas y Zuloaga, con la Caliza Tamaulipas Inferior; esto-

es observable en el cerro de El Pedrero.

Los cauces de los arroyos "Los Castro" y Taray, siguen las trazas de dos fallas de la misma naturaleza que las anteriores, que son periféricas al intrusivo principal, con sus bloques caídos hacia el oriente y norte respectivamente, ocurridas probablemente durante la etapa del emplazamiento del intrusivo, el cual se encuentra constituido por rocas de composición intermedia.

ANTICLINAL EL HUARACHE.

Se constituye como una prolongación hacia el sur de la estructura antes descrita y, se encuentra formado como una estructura anticlinal abierta en Caliza Tamaulipas Inferior y que muestra el flanco occidental colapsado, extendiéndose hacia el sur fuera de los límites del área.

ANTICLINORIO DE LA PERA Y LA MINITA.

Conforman las estribaciones septentrionales de la sierra de La Gruñidora y se constituyen como anticlinorio, con las trazas de sus planos axiales conservando -- una dirección NW-SE, donde las rocas expuestas más antiguas -- son sedimentos calcáreos pertenecientes a la Formación Tamaulipas Inferior. Las rocas se encuentran de moderada a intensamente plegadas, puesto que en la sierra de La Minita la es --

estructura anticlinal y su correspondiente sinclinal occidental se muestran recortados hacia el suroeste; las estructuras --- muestran un arreglo en echelón y son buzantes hacia el noroeste, donde desaparecen bajo la cubierta aluvial.

ANTICLINAL DE SAN JULIAN.

Se constituye como el flanco noreste del anticlinal de fondo tardío propuesto por Marc Tardy (1974); - en el área cubierta por el presente trabajo no afloran las -- unidades del complejo basal Caopas-Rodeo y sólo afloran pequeños remanentes de la Formación Nazas en los cerros de "Los Pi cachos", "El Peyote", "El Abandonado" y otras lomas, algunas se encuentran coronadas por testigos de la Formación Zuloaga. En esta parte fue inferida una falla paralela del flanco occidental de grandes dimensiones y de salto estratigráfico necesariamente considerable, debido a que, el valle Mazapil, es - estructuralmente debe corresponder a un sinclinorio que sería - la continuación hacia el norte de las estructuras que conforman las sierras de La Pera y La Minita. Los sedimentos del -- Cretácico Inferior que afloran en el flanco noreste de la sierra del Solitario de Teyra, terminan contra los remanentes antes descritos. En esta parte la sierra de San Julián se transforma en un delgado cordón montañoso paralelo a las estructuras antes mencionadas, donde todo el paquete sedimentario del Mesozoico Superior, presenta bugamiento hacia el Noroeste. En esta parte, la Caliza Zuloaga presenta un miembro intermedio-

evaporítico, flanqueado por dos gruesas secuencias calcáreas, el miembro calcáreo superior muestra un plegamiento más intenso que el miembro calcáreo inferior, puesto que éste permanece deformado conforme al patrón basal regional, mientras que el superior en conjunto con el paquete cretácico muestra un mayor grado de plegamiento, constituyendo así el "DECOLLEMENT" propuesto por el autor antes citado. Al suroeste inmediato -- de la mina La Reyna, aflora un pequeño cuerpo cuarzomonzonítico topográficamente poco notable, probablemente contemporáneo a los intrusivos mayores del Pico de Teyra, es probable que de este cuerpo se hayan derivado las substancias mineralizantes en sulfuros de arsenico y mercurio de la mina mencionada, así como los depósitos de barita del cerro "Los Picachos".

En la figura 6:4, se muestran esquemáticamente las principales estructuras y accidentes tectónicos mapeados en la región.

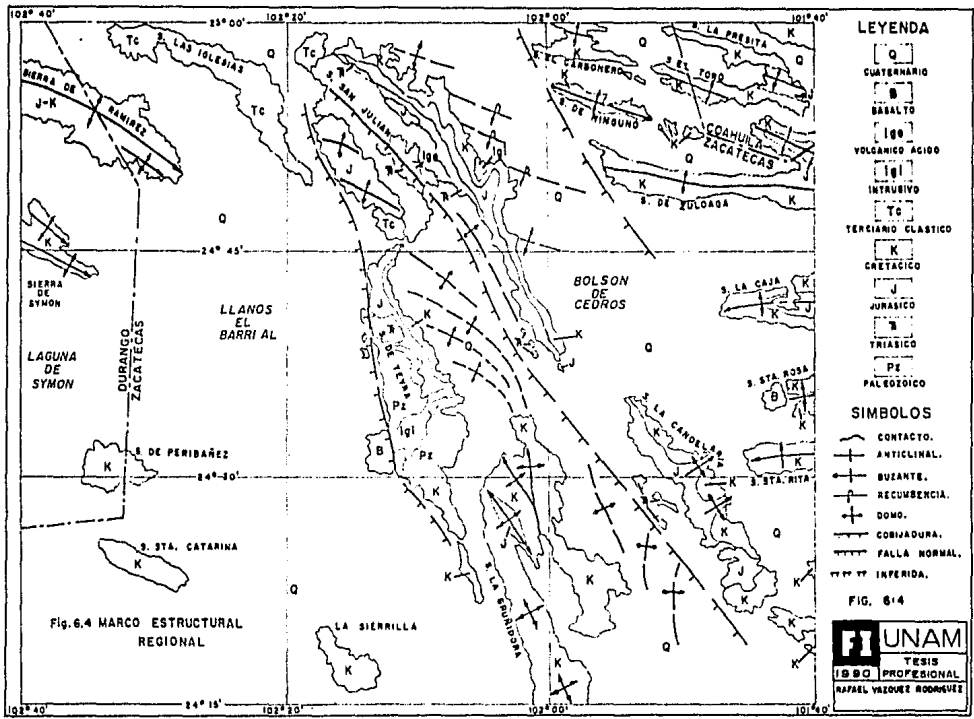


Fig. 6.4 MARCO ESTRUCTURAL REGIONAL

LEYENDA

- Q CUATERNARIO
- B BABALTO
- Ig VOLCANICO ACIDO
- Ig INTRUSIVO
- Tc TERCIANO CLASICO
- K CRETACICO
- J JURASICO
- N TRIASICO
- PE PALEOZOICO

SIMBOLOS

- CONTACTO.
- - - ANTICLINAL.
- + - BUZANTE.
- | - RECUMBENCIA.
- + - DOMO.
- - - COBINADURA.
- - - FALLA NORMAL.
- - - INFERIDA.

FIG. 6-4

UNAM
 TESIS
 1980 PROFESIONAL
 RAFAEL VAQUEZ RODRIGUEZ

CAPITULO 7.

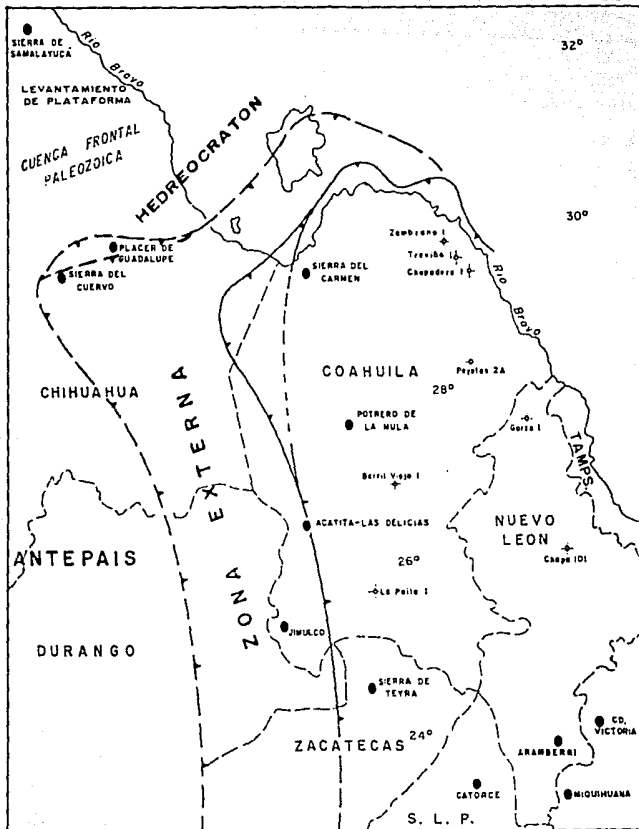
GEOLOGIA HISTÓRICA.

7.- GEOLOGIA HISTORICA.

7 a).-RELACIONES CON LA GEOLOGIA HISTORICA REGIONAL.

Las formaciones mas antiguas que afloran en el área y en la contigua del norte son: la Formación Taray que se depositó dentro de la zona interna en el Cinturón Magog, del sistema Marathon Ouachita, continuación meridional de la faja Apalachiana, como sedimentos preorogénicos, depositados en un medio ambiente reductor, puesto que así lo sugiere el color obscuro de las filitas y grauvacas que la constituyen, así como la novaculita que indica actividad ígnea en elementos positivos (Pettijohn, edición). El paquete sedimentario paleozoico fue plegado durante la orogenia Permo-Triásica en el equivalente Mexicano de la Revolución Apalachiana. En la figura 7:1, se muestran las localidades donde se han detectado rocas paleozoicas en el norte de México, tanto en superficie como en subsuelo.

Posteriormente, durante el Triásico, se presenta actividad volcánica con el consiguiente fallamiento en bloques. El vulcanismo es de tipo explosivo y da lugar a una alternancia de ignimbritas y coladas riolíticas de la Formación Caopas y en forma contemporánea el depósito de las tobas de la Formación Rodeo; todo lo anterior, está cubierto por una potente sección de rocas volcánicas, principalmente de composición ácida, tales como ignimbritas, riolitas y las to



● EN SUPERFICIE.

✚ EN SUBSUELO.

FIG. 74.- LOCALIDADES DE ROCAS PALEOZOICAS EN EL NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA.

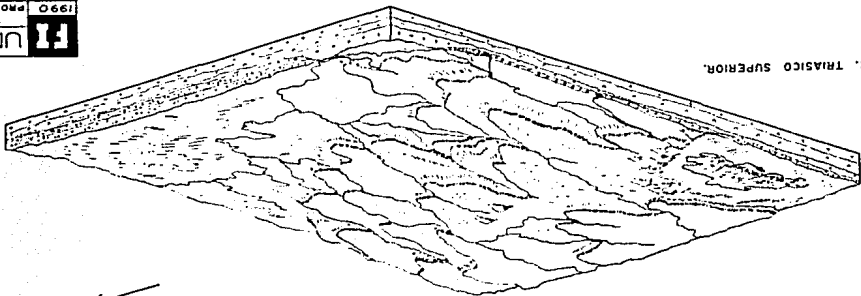
FI UNAM
 TESIS
 1990, PROFESIONAL
 RAFAEL ESTEBAN DOMÍNGUEZ

bas correspondientes (fig. 7:2), con algunas intercalaciones de limos y arenas conglomeraticas, así como de aglomerados y tobas bentoníticas. En el noreste de México, los lechos rojos rellenaron fosas tectónicas que son correlacionables con el Grupo Newark de la costa atlántica de Norteamérica, condición que sugiere que el Golfo de México se originó simultáneamente a la apertura inicial del Atlántico Norte (Moore y del Castillo, 1974).

Durante el Jurásico Temprano y Medio, (Liásico y Dooger), el área queda nuevamente sujeta a los efectos de la erosión, se vió muy denudada, como lo sugieren los cambios abruptos en el espesor de la Formación Nazas mencionada. Durante la transición de Calloviano a Oxfordiano se presenta una gran transgresión marina que cubrió gran parte del norte del país y dio lugar al Mar Mesozoico Mexicano. En este lugar, fue depositado un grueso paquete de sedimentos carbonatados - con interrupciones durante el Kimmeridgiano (fig. 7:3), Tithoniano y Neocomiano (fig. 7:4), cuando se depositaron las Formaciones Caja y Taraises compuestas por sedimentos terrígeno-carbonatados. Durante el Aptiano Superior, se depositó la Formación La Peña, constituida por calizas y lutitas calcáreas - (fig. 7:5). El depósito de estos materiales clásticos se debió a movimientos epeirogénicos de los elementos positivos;-- esto dio lugar a períodos de incremento en la erosión de tales elementos.

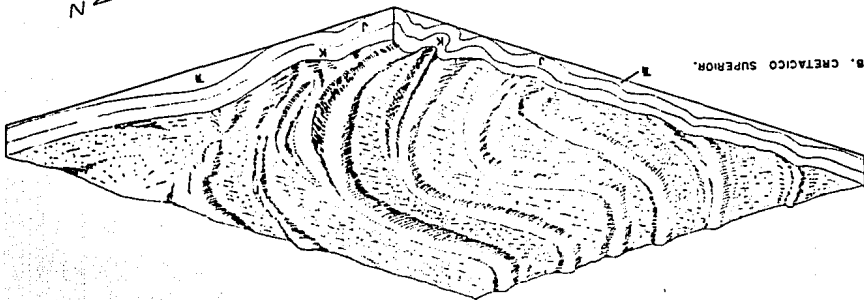
FI UNAM
TESIS
PROFESIONAL
1990
MARTIN VAZQUEZ RODRIGUEZ

FIG. 7.2. TRIASICO SUPERIOR.



N

FIG. 7.8. CRETACICO SUPERIOR.



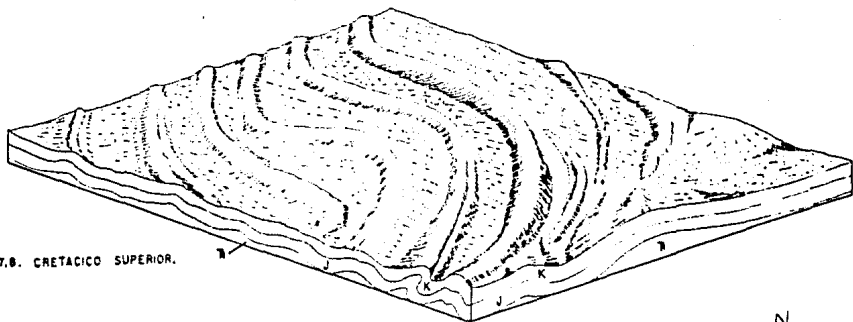


FIG. 7.0. CRETACICO SUPERIOR.

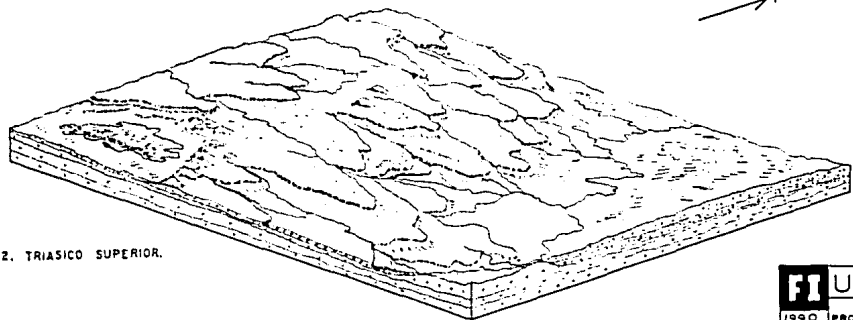
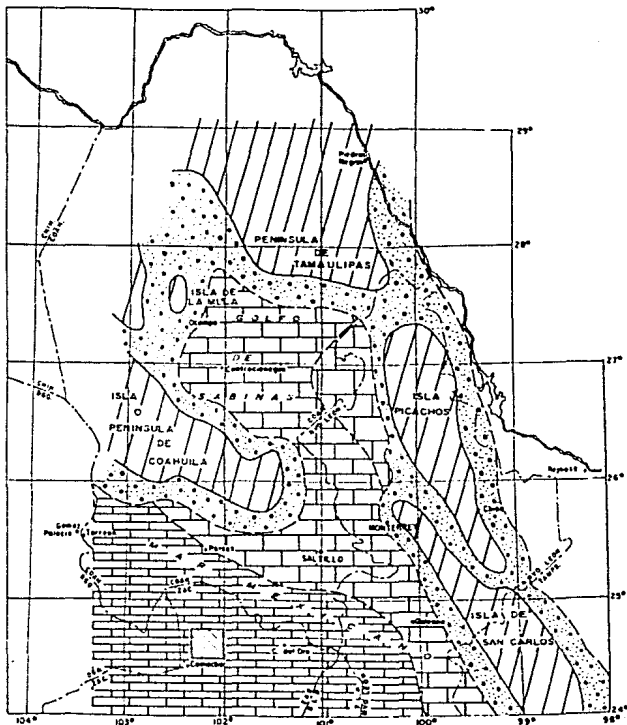


FIG. 7.2. TRIASICO SUPERIOR.

BLOQUES ESQUEMATICOS QUE MUESTRAN LA EVOLUCION DEL AREA ESTUDIADA.



FIG. 7.3
 PALEO GEOGRAFIA DEL NORESTE DE LA REPUBLICA DURANTE EL
 KIMMERIDGIANO
 (PEMEX, 1973)

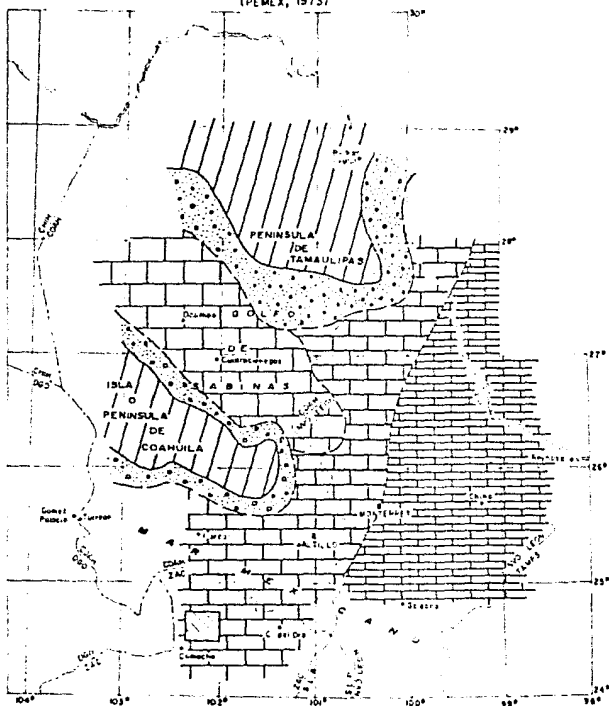


- | | | | |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|
|  | ELEMENTOS POSITIVOS. |  | SEDIMENTOS DE PLATAFORMA ABIERTA. |
|  | SEDIMENTOS TERRIGENOS. |  | SEDIMENTOS DE CUENCA. |
|  | SEDIMENTOS DE PLATAFORMA MARGINAL. |  | AREA ESTUDIADA. |

FI UNAM
 TESIS
 1990 PROFESIONAL
 RAFAEL VAZQUEZ RODRIGUEZ

FIG. 7.4
PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE LA REPUBLICA DURANTE EL

VALANGINIANO
(PEMEX, 1973)

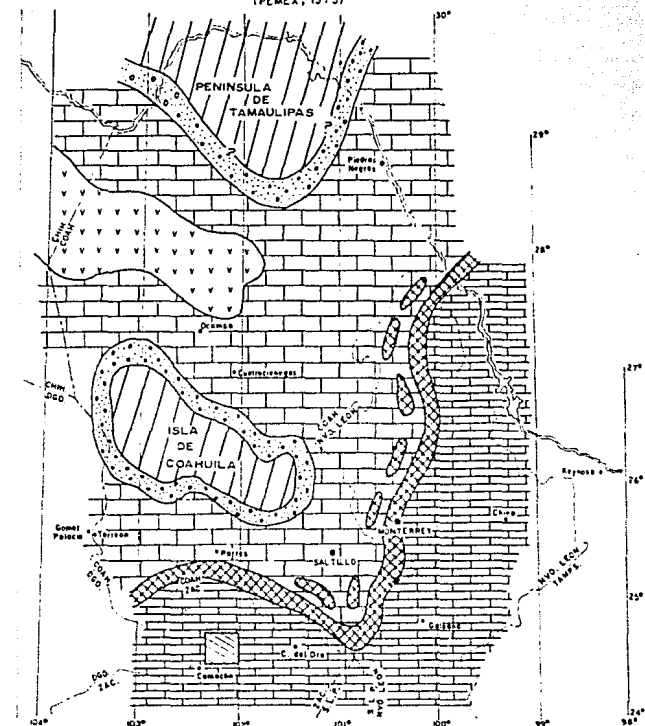


- | | | | |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|
|  | ELEMENTOS POSITIVOS. |  | SEDIMENTOS DE PLATAFORMA ABIERTA. |
|  | SEDIMENTOS TERRIGENOS. |  | SEDIMENTOS DE CUENCA. |
|  | SEDIMENTOS DE PLATAFORMA MARGINAL. |  | AREA ESTUDIADA. |

UNAM
TESIS
1990 PROFESIONAL
RAFAEL VAJUEZ RODRIGUEZ

FIG. 7.5
PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE LA REPUBLICA DURANTE EL

APTIANO INFERIOR
(PEMEX, 1973)



- | | | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------------------|---|-----------------|
|  | ELEMENTOS POSITIVOS. |  | SEDIMENTOS DE PLATAFORMA ABIERTA. |  | AREA ESTUDIADA. |
|  | SEDIMENTOS TERRIGENOS. |  | SEDIMENTOS DE CUENCA. | | |
|  | DESARROLLOS ARRECIFALES. |  | SEDIMENTOS DE AMBIENTE RESTRINGIDO | | |

FI UNAM
TESIS
1990 PROFESIONAL
RAFAEL VAZQUEZ RODRIGUEZ

Las unidades carbonatadas en orden decreciente en edad son: Formación Zuloaga (Oxfordiano), Tamaulipas Inferior (Neocomiano-Aptiano Inferior), Cuesta del Cura -- (Albiano Cenomaniano), (fig. 7:6), depositadas durante épocas de nula o escasa tectónica.

La parte correspondiente al Cretácico Superior (fig. 7:7), fue totalmente removida por la erosión del área estudiada. No se observaron rocas de las Formaciones Indidura, Caracol y Parras, que constituyen los sedimentos pre-orogénicos de la revolución orogénica (fig. 7:8) del Cretácico Tardío y Terciario Temprano.

En el área, junto con la deformación se presenta el emplazamiento de grandes cuerpos plutónicos como el Pico de Teyra y San Rafael, así como también el del cerro del Bordo al noroeste de Tecolotes. Una nueva etapa erosiva se presenta desgastando en forma continua las sierras y montañas así formadas. Prácticamente todo el Terciario se caracteriza por lo anterior, con la excepción de los derrames basálticos Plio-Cuaternarios que afloran en la parte soroeste del Pico de Teyra. (fig. 7:9).

El combamiento vertical ascendente del --- complejo Caopas, Rodeo, Teyra, probablemente data de una edad Oligo-Miocénica, que obligó a los fenómenos erosivos. a destruir totalmente las estructuras formadas por las rocas sedi-

FIG. 7.6
PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE LA REPUBLICA DURANTE EL

ALBIANO MEDIO

(PEMEX, 1973)

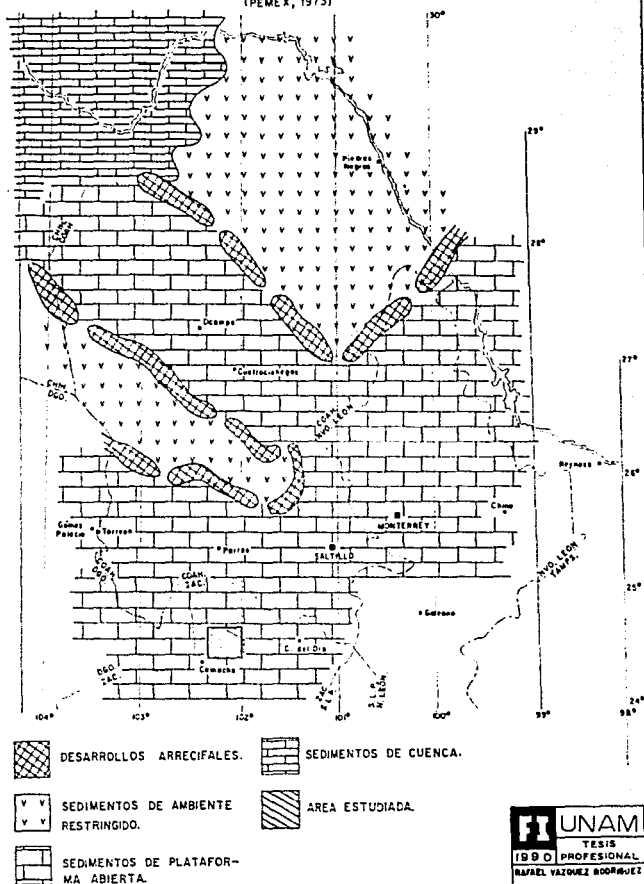
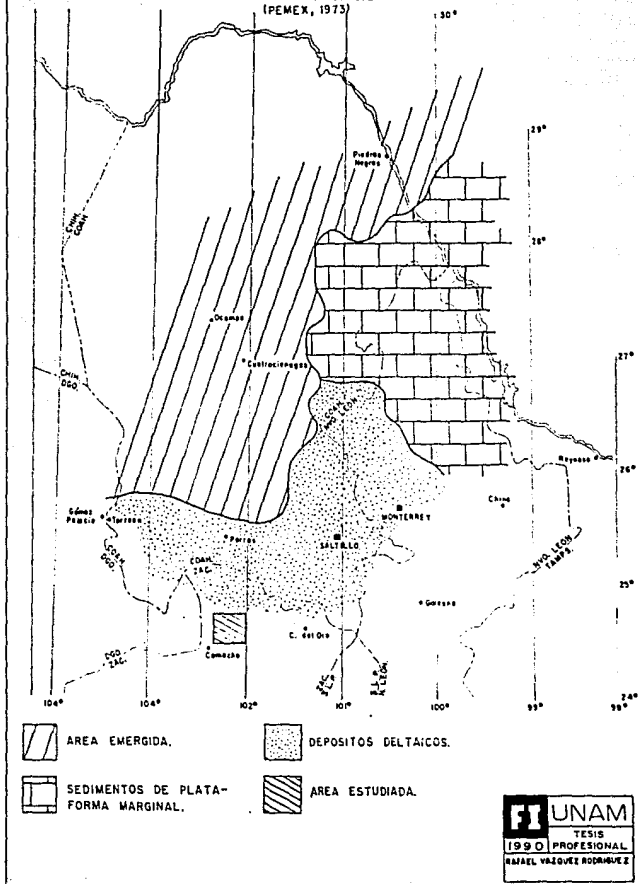


FIG. 7.7
PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE LA REPUBLICA DURANTE EL

MAESTRICHTIANO
(PEMEX, 1973)



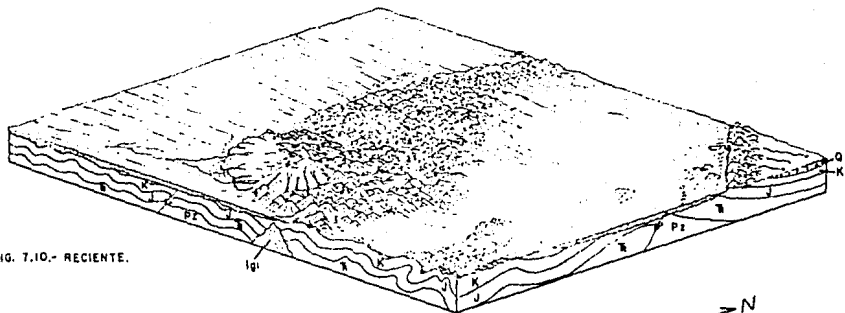


FIG. 7.10.- RECIENTE.

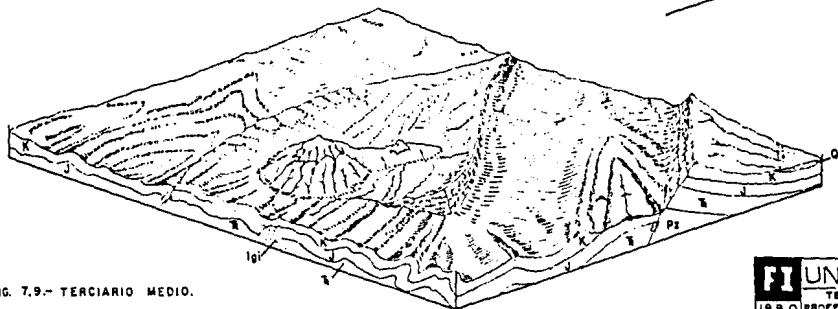


FIG. 7.9.- TERCIARIO MEDIO.

mentarias marinas del Mesozoico Superior y poner al descubierto las rocas del complejo basal.

En la actualidad (fig. 7:10), el piamonte del flanco occidental de la sierra de Teyra, se encuentra en una etapa construccional; se depositaron volúmenes considerables de Grava Peribañez, derivada de la erosión de tal sierra. Hacia el flanco oriental de la misma, los detritos y derrumbios son acarreados hacia el Bolsón de Cedros.

CAPITULO 8.

**OBSERVACIONES ECONOMICAS
DEL AREA.**

8.- OBSERVACIONES ECONOMICAS DEL AREA.

8 a).- Mineras.

El aspecto de las concentraciones minerales explotables económicamente, aparentemente se restringen a yacimientos de mediana importancia de barita (Ba SO₄) que rellenan cavidades en la brecha basal de la Formación Zuloaga, depositados durante la época hidrotermal de los intrusivos presentes en el área, los fluidos mineralizantes encontraron favorable el horizonte limitado entre la unidad anterior y la Formación Nazas para depositarse mientras que los sulfuros metálicos probablemente siguieron trayectorias ascendentes más verticales, concentrándose en rocas ya erosionadas, puesto que el intrusivo principal se encuentra ya en una etapa acrobatólica, existen numerosas vetas de cuarzo lechoso amorfo con echados casi verticales, muestran una gran porosidad y permeabilidad, debido probablemente a la remoción por lixiviación de los compuestos metálicos. Dichas vetas se encuentran cortando a las Formaciones Nazas y Taray-principalmente.

Hacia la cabecera superior del arroyo de Los Castro, existe un labrado minero abandonado que fue explotado durante la época de la Colonia por españoles que la abandonaron probablemente por la disminución de su ley aurífera.

Los depósitos de barita han sido explotados a mediana escala; los principales fundos están localizados hacia el oeste de Palmaregino, donde toman el nombre de Los Nenes y La Unión.

Sobre la falda occidental del Pico del Aguila, se localizan pequeñas catas en óxido de cobre; estos minerales se encuentran rellenando fracturas y planos de estratificación en tobas líticas de la Formación Nazas; son un producto de la lixiviación de sulfuros ya erosionados; sin embargo, son zonas pequeñas y muy dispersas.

Existen varios Sombreros oxidados en la cuenca del arroyo Noria del Pico; son de dimensiones restringidas y probablemente sean las "patas de chimeneas ya denudadas. La hematita y limonita, se encuentran mezclados con jaspe de color ocre a rojo y muestran formas ovales y circulares. Las barrenaciones a diamante realizadas por el Consejo de Recursos Minerales ofrecieron resultados poco alentadores, por lo tanto, decidieron suspender la exploración del subsuelo.

8 b).- GEOHIDROLOGICAS.

La sierra del Solitario de Teyra, limita las subcuencas de San Simón al poniente y de Cedros al oriente, localizadas en las zonas de llanuras y bolsones del norte de Zacatecas; pertenecen a las regiones hidrológicas de Nazas Agua-

naval y El Salado respectivamente.

La subcuenca de San Simón es conocida localmente como llanos El Barrial; tiene una extensión superficial cercana a los 1400 kilómetros cuadrados, está limitada al norte por la sierra de San Simón y por lomeríos de Los Haros, hacia el sur y oeste, por la sierra de Peribañez, al oriente por la sierra del Solitario de Teyra y por el sureste, pasa imperceptiblemente a formar parte de la zona del arroyo de Felipe Pescador.

La subcuenca de Cedros, posee una extensión superficial de 3000 kilómetros cuadrados, está limitada al norte, por la sierra de Zuloaga, al sur, por las sierras de La Gruñidora y La Candelaria, al oriente, por las sierras de Canutillo, La Caja, Santa Rita y Santa Rosa, hacia el poniente, por la sierra del Solitario de Teyra; en esta parte, el Bolson de Cedros se encuentra parcialmente dividido por la sierra de San Julián.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ha perforado varios pozos profundos en las vecindades del área; en la zona de Gruñidora el agua encontrada presenta problemas para su utilización, puesto que tiene de 4000 a 4500 p.p.m. de sólidos disueltos, con gasto de 14.4 litros por segundo y un caudal específico de 0.21 litros por segundo/m.

El acuífero fue hallado en sedimentos aluviales con diferentes grados de granulometría y compactación. pero con predominio de materiales finos, con intercalaciones de evaporitas; tales características le restan porosidad y permeabilidad, además de la contaminación de las aguas subterráneas por la elevada solubilidad de las evaporitas. Otros pozos profundos están localizados en los ejidos de Los Haros, La Palmilla, Hidalgo y Camacho, que suministran cantidades moderadas de agua de mala calidad, para usos domésticos y abrevaderos.

En el poblado de San Rafael, existe una noria somera, donde el nivel freático se manifiesta alrededor de los 9-metros; así como también otra, en el rancho de La Noria del Pico, con nivel freático a los cinco metros; ambas se hallan excavadas en la zona de fracturamiento y alteración de las rocas intrusivas y ofrecen cantidades moderadas de agua de buena calidad.

Otras norias someras están ubicadas hacia el suroeste de El Jazmín, sobre el arroyo de Zapaco; en éstas, el nivel freático, se localiza a 4.5 metros de la superficie; en ellas se abastecen de agua los lugareños cuando se han evaporado los tanques construídos para captar los escurrimientos superficiales.

En cuanto a las diferentes unidades formacionales, sus características litológicas y geohidrológicas, son de or-

den ascendente por edades:

FORMACION TARAY: grauvacas, filitas y novaculitas, en conjunto con las limolitas areniscas, conglomerados y productos volcánicos de la Formación Nazas. Son rocas basales en general impermeables, que ofrecen cierta retención del agua en zonas fracturadas que posteriormente se pierde por evaporación o aflora en forma de manantiales efímeros.

FORMACION ZULOAGA.- Por su carácter litológico de -- bancos masivos de caliza oolítica, presenta buena permeabilidad primaria acrecentada por posterior disolución y fracturamiento; sin embargo, la presencia del miembro medio evaporítico le resta posibilidades por la elevada solubilidad de éstos, cuyos productos contribuyen a contaminar las aguas subterráneas haciéndolas ricas en sulfato y bicarbonato de calcio que tienden a endurecer el agua, otro hecho significativo es que en las estructuras sepultadas generalmente se encuentran a -- bastante profundidad, hecho que hace incosteable su explotación por métodos directos, no obstante, no se desecha la posibilidad de que constituyan un acuífero profundo en virtud de las características observadas en superficie, además de, por correlación con el distrito de Concepción del Oro, donde es productora de agua y las condiciones hidrogeológicas y climáticas son semejantes.

FORMACION LA CAJA.- Formada por lutitas, limolitas y fosforitas, todas con matriz o cementante calcáreo, se cons

tituyen como rocas hidrológicamente impermeables que en todo caso funcionan como barrera para la circulación del agua subterránea.

FORMACION TARAISES.- Constituida por lutitas y limo lita ambas calcáreas, forman en conjunto con la unidad anterior, un paquete sedimentario impermeable por su alto contenido de materiales finos y de comportamiento hidrológico común, es decir, acuífugos.

FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR.- Caliza de estratificación gruesa, con superficies estilolíticas como planos de separación entre estratos; a pesar de ser bancos calcáreos de micrita principalmente, presenta permeabilidad secundaria por cavidades de disolución, lo que demuestra que puede constituir un segundo acuífero a profundidad mas moderada que la caliza-Zuloaga; empero, no se cuenta con datos de exploración del subsuelo por ningún método.

FORMACION LA PEÑA.- Constituida esencialmente por lutitas calcáreas, forma otra unidad impermeable, de baja permeabilidad y muy pobre transmisibilidad, se define como roca-confinante, sin embargo, dado su escaso espesor, es posible que permita el intercambio de fluidos subterráneos a través de zonas de fracturamiento y fallamiento.

FORMACION CUESTA DEL CURA.- Superficialmente también muestra cavidades de disolución, aunque mas discretas --

que en las unidades carbonatadas anteriormente descritas, la presencia de intercalaciones arcillosas y silíceas determina significativamente su capacidad almacenadora, no obstante, -- por sus características, no se descarta la posibilidad de que contenga agua en cantidades moderadas, especialmente en las estructuras favorables tales como los sinclinales, ya que esta formación no se encuentra tan profunda como las anteriores, por ejemplo en el área de las sierras La Pera y La Minita, además de la zona de Gallegos.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS DEL PICO DE TEYRA; con ---- excepción de la noria del poblado de San Rafael, estas rocas no presentan ninguna manifestación de contener agua subterránea, por su carácter cristalino su función hidrológica es de barrera y únicamente almacenan agua durante los lapsos posteriores a las cortas y erráticas temporadas de lluvias, principalmente en las zonas de intenso fracturamiento, que eventualmente dan lugar a manantiales efímeros de gasto reducido.

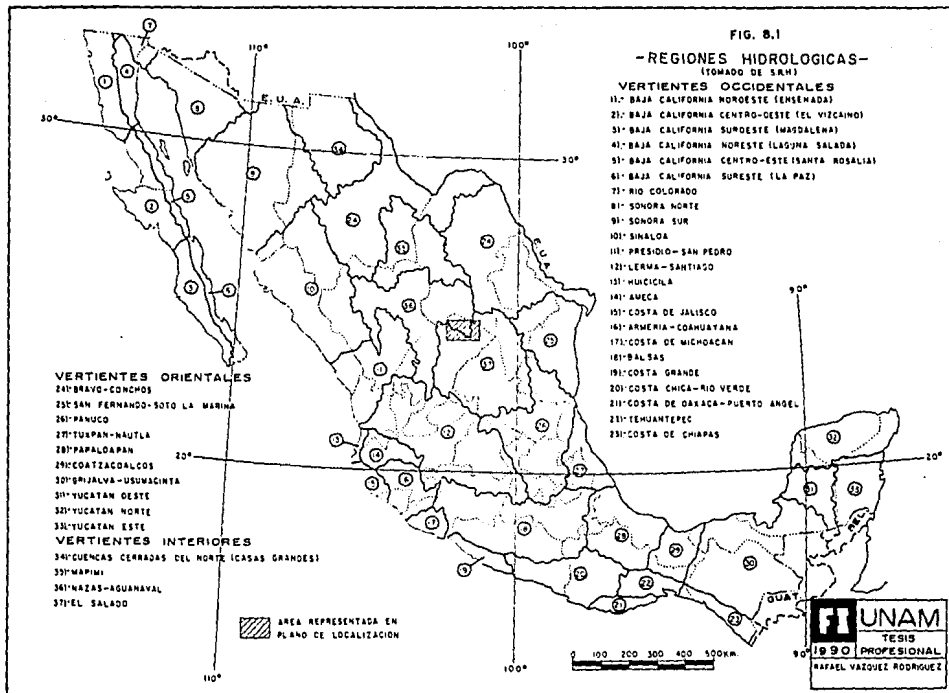
ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS.- A esta unidad corresponden las rocas basálticas que afloran en el borde sureste de la sierra Solitario de Teyra, su fracturamiento es moderado, forma un patrón semi columnar con diaclasas y juntas casi verticales, sin embargo, sus restringidas dimensiones en cuanto a espesor y extensión superficial las hacen poco susceptibles de contener agua subterránea, su función hidrológica es de poca transmisora.

ca transmisora.

DEPOSITOS ALUVIALES RECIENTES; constituidos por acumulación de detritos derivados de la erosión de partes topográficamente altas, transportadas principalmente por corrientes superficiales y depositadas en sitios favorables como bajíos, hondanadas, barriales y valles; son de granulometría -- forma y litología muy heterogéneos, desde arcillas hasta bloques, redondeados hasta angulosos, de rocas sedimentarias ígneas y metamórficas; presentan frecuentes cambios de espesor laterales lengüetas, interdigitaciones y acuñaientos, generalmente mal clasificados, de sueltos a poco compactos y semicementados, la permeabilidad es en general directa en proporción al contenido de arcillas en el sedimento, de acuerdo con el porcentaje de gruesos y el gradiente estructural del depósito, el agua subterránea migra hacia el oriente (Bolsón de Cedros), este material no retiene en la zona de los bajíos Mazapil, el Fraile y Potrero Gallegos. En tanto hacia la vertiente occidental de la sierra Solitario de Teyra, los abanicos aluviales y depósitos de pie de monte captan los escurrimientos superficiales y transmiten hacia el relleno aluvial de la depresión formada por el graben de los llanos El Barrrial, donde los niveles estáticos se manifiestan como sigue: La Palmilla 15.5 m., Ejido Hidalgo 13.8 m., que son explotados por medio de norias equipadas con aeromotores de tubería de descarga de 1.5"; como es conocido en este tipo de equipo, el gasto está supeditado a la velocidad de los vientos y, sus --

gastos, por ende son variables, como máximo de 1.5 litros/seg. El uso mas generalizado a que se destina el recurso, es para-abrevadero y para fines domésticos; en esta parte predomina - el agua de calidad salada, con familia de agua bicarbonatada-cálcica; en la figura 8:2, se presenta el diagrama de Palmer-Piper de las muestras de agua subterránea muestreadas, y en - la tabla 8.1, los resultados de los análisis químicos de to - das las muestras recolectadas.

Se anexa un plano hidrológico de permeabilidad y posibilidades acuíferas de las distintas unidades litológicas - cartografiadas; finalmente la calidad de agua para riego en - la gráfica 8:1.



EXPLICACION ADICIONAL A LA CALIDAD DE AGUA PARA --

RIEGO.

El agua es un factor determinante en la producción agrícola y, por tanto, es necesario conocer sus características químicas para saber el efecto que puede tener sobre el -- rendimiento de los cultivos.

Las características químicas del agua, determinan - su calidad para el riego agrícola.

La calidad de agua, a su vez, determina el tipo de cultivos que pueden producirse y el probable porcentaje de -- abatimiento en el rendimiento, que también se vé limitado por el tipo de suelo.

Para determinar la calidad del agua, es necesario - llevar a efecto un análisis en laboratorio de las muestras -- recolectadas, a fin de establecer los valores de la conductividad eléctrica (C.E.), dado en micromhos/cm. a 25° C y el va - lor de la relación de adsorción de sodio (RAS) (en unidades - adimensionales); éstos datos sirven para utilizar la gráfica - (8.1), que indicará la calidad del agua (se tienen hasta 16 - clases).

Las especificaciones de las clases de agua en cuan - to a salinidad (C1, C2, C3, C4) y en cuanto a la sodicidad --

(S1, S2, S3, S4), en sus diferentes valores y relaciones, --- dando origen a las siguientes clasificaciones:

C1: AGUA DE BAJA SALINIDAD.- Puede usarse para el riego en la mayoría de los cultivos y casi en cualquier tipo de suelo, con muy poca posibilidad de que se desarrolle salinidad. Es necesario algún lavado, pero esto se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de baja permeabilidad.

C2: AGUA DE SALINIDAD MEDIA.- Puede emplearse siempre y cuando exista un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir cultivos moderadamente tolerantes a las sales.

C3: AGUA ALTAMENTE SALINA.- No debe usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aun con drenaje adecuado, se pueden necesitar prácticas especiales de control de salinidad, debiendo por tanto, seleccionar únicamente aquellas especies-vegetales muy tolerantes a las sales.

C4: AGUA MUY ALTAMENTE SALINA.- No es propia para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado y debe aplicarse un exceso de agua buscando un buen lavado. En este caso, se deben se

leccionar cultivos con alta tolerancia a las sales.

S1: AGUA BAJA EN SODIO.- Puede usarse para riego en la mayoría de los suelos, con poca probabilidad de alcanzar - niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales (aguacate entre ---- ellos), pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

S2: AGUA MEDIA EN SODIO.- En suelos de textura fina, el sodio representa un peligro considerable, mas aun si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, a menos que el suelo contenga yeso. Estas aguas sólo deben emplearse en suelos de textura gruesa o sea en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

S3: AGUA ALTA EN SODIO.- Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayoría de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de manejo, buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los -- suelos yesíferos pueden impedir que se desarrollen niveles -- perjudiciales de sodio intercambiable cuando se riega con agua de este tipo. Puede sugerirse el uso de mejoradores químicos para substituir el sodio intercambiable, sin embargo, no serán económicos si se usan en aguas de alta salinidad.

S4: AGUA MUY ALTA EN SODIO.- Es inadecuada para el riego excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la

disolución del calcio del suelo y/o la aplicación de yeso y otros mejoradores no se hace antieconómico el empleo de esta clase de aguas.

Ocasionalmente el agua de riego, puede disolver un buen porcentaje de calcio en los suelos calcáreos, de tal manera que disminuye notablemente el peligro por el sodio, condición que deberá tomarse en cuenta en caso del empleo de --- aguas de las clases C1-S3 y C1-S4. Tratándose de suelos calcáreos, de ph alto o de suelos que no son calcáreos, el estado del sodio de las aguas C1-S3, C1-S4 y C2-S4, se puede modificar ventajosamente agregando yeso al agua. De igual manera, es conveniente aplicar yeso al suelo periódicamente, cuando éste vaya a regarse con aguas C2-S3 y C3-S2.

El agua de riego al aplicarse al suelo, permite la solubilización de los elementos nutritivos para la plantación, al entrar a formar parte de la solución del suelo, aumenta su concentración salina, disminuye su resistividad y, por consiguiente, se incrementa su conductividad eléctrica; se toma como un hecho basado en experiencias, que dicha agua, a capacidad de campo, aumenta la conductividad eléctrica (C.E.) hasta 10 veces su valor y hasta cinco veces a porcentaje de saturación del suelo.

Dado que la C.E. se determina en el extracto de sa-

turación, la concentración permisible en las aguas de riego, debe ser cinco veces menor que la C.E. así determinada.

METODOLOGIA EMPLEADA EN LA DETERMINACION DE LOS ANALISIS QUIMICOS Y MUESTRAS DE AGUA.

Sodio y potasio.- Son determinados por flamometría.

Magnesio.- Método calorimétrico por la técnica del magnesio azul.

Calcio.- Método volumétrico por la técnica del Vargenato.

PH.- Método de lectura directa con potenciómetro

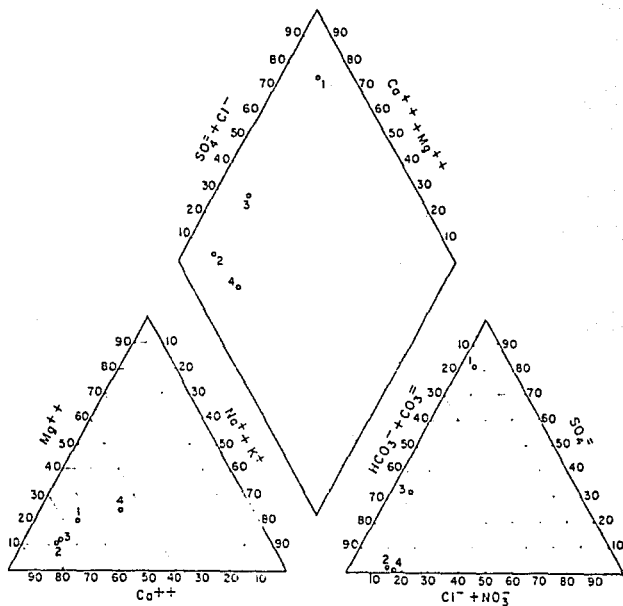
Conductividad eléctrica.- Medición con puente -----
Wheatstone.

Sulfatos.- Método turbidimétrico con cloruro de bario.

Carbonatos y bicarbonatos.- Método volumétrico por-titulación con ácido.

Cloruros.- Método volumétrico por titulación con nitrato de plata.

Fig. 8.2 - DIAGRAMA TRIANGULAR PARA REPRESENTACION GRAFICA DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUAS SUBTERRANEAS



— FAMILIAS —

- 1.- CALCICA SULFATADA.
- 2.- CALCICA BICARBONATADA.
- 3.- CALCICA BICARBONATADA.
- 4.- MIXTA BICARBONATADA.

TABLA 8.1: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE AGUA RECOLECTADAS EN EL AREA ESTUDIADA.

Num.	Obro	Fecha	Ca	Mg	Na	K	Dureza CaCO ₃	RAS	pH	CE	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Cl	TSD	CAPR	AA	OBSERVACIONES
AGUAS SUPERFICIALES																			
1	Bordo	7/VIII/80	61	6.1	—	14.4	178.5	0.00	7.9	0.360	—	225.7	—	4.3	10.6	322	C ₂ -S ₁	Neutra	Rancho Ricardo, de tierra, Uso doméstico y abrevadero.
2	Bordo	7/VIII/80	62	4.0	—	15.6	171.5	0.00	7.4	0.428	—	213.5	—	1.2	10.6	307	C ₂ -S ₁	Agresiva	Rancho Tanque Viejo. Uso doméstico y abrevadero.
3	Bordo	7/VIII/80	38	5.4	—	17.5	117.5	0.00	7.9	0.271	11.0	134.2	—	3.1	10.6	220	C ₂ -S ₁	Agresiva	Rancho La Herradura. Uso doméstico y abrevadero.
4	Bordo	6/VIII/80	58	5.2	4.6	19.1	166.5	0.15	7.9	0.367	—	128.1	—	6.2	71.0	292	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ejido El Jazmín. Uso abrevadero.
5	Mamantlat	7/VIII/80	102	10.4	13.8	4.7	298.5	0.35	7.7	0.662	—	329.4	—	12.4	28.4	501	C ₂ -S ₁	Incrustante	Ejido El Jazmín. Uso doméstico.
6	Bordo	9/VIII/80	45	5.8	—	7.8	136.5	0.00	6.9	0.319	—	152.5	—	13.0	7.1	231	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ejido La Presa Valenciana. Uso doméstico y abrevadero.
7	Mamantlat	6/VIII/80	33	9.6	22.1	1.2	122.5	0.87	8.4	0.421	—	170.8	—	2.5	21.3	260	C ₂ -S ₁	Incrustante	Uso doméstico y abrevadero.
8	Bordo	9/VIII/80	23	1.9	—	14.4	65.5	0.00	6.9	0.193	—	79.3	—	0.6	14.2	133	C ₁ -S ₁	Agresiva	Ejido El Boliche. Uso abrevadero.
9	Bordo	9/VIII/80	38	2.9	10.3	9.7	107.0	0.44	7.8	0.298	—	140.3	—	—	14.2	215	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ejido La Palmilla. Uso doméstico y abrevadero.
AGUAS SUBTERRANEAS																			
A	Norio	7/VIII/80	371	68.8	102.3	7.8	1214.0	1.28	7.4	2.547	1140.5	225.7	—	5.0	63.9	1985	C ₄ -S ₁	Incrustante	Ejido El Pozo. PT=3m. NE=1m; Uso domést y abrev.
B	Mamantlat	7/VIII/80	102	10.4	13.8	4.7	298.5	0.35	7.7	0.662	—	329.4	—	12.4	28.4	501	C ₂ -S ₁	Incrustante	Ejido El Jazmín. Uso doméstico.
C	Norio	7/VIII/80	65	5.6	11.3	1.9	189.5	0.36	8.3	0.673	68.2	164.7	—	4.3	10.6	333	C ₂ -S ₁	Incrustante	San Rafael; NE=14m; PT=17.5m. Uso doméstico y abrevadero.
D	Mamantlat	6/VIII/80	33	9.6	22.1	1.2	122.5	0.87	8.4	0.421	—	170.8	—	2.5	21.3	260	C ₂ -S ₁	Incrustante	Uso doméstico y abrevadero.

NOTACIONES.

● En miligramos por litro.

A Conductividad eléctrica en milimhos por centímetro.

■ Con explicación adicional.

RAS Relación de adsorción de sodio.

pH Potencial hidrogeno.

TSD Total de sólidos disueltos.

CAPR Cantidad de agua para riego.

AA Agresividad del agua.

INCRUSTANTE: Deposita CaCO₃

AGRESIVA: Disuelve CaCO₃

NEUTRA: ---

DUREZA:

0-75 mg/lit CaCO₃ Suave.

75-150 mg/lit CaCO₃ Poco dura

150-300 mg/lit CaCO₃ dura.

Más de 300 mg/lit CaCO₃ muy dura

Rangos de calidad de agua en función

del total de sólidos disueltos:

Dulce; menos de 525 mg/l.

Tolerable; de 525 a 1400 mg/l.

Salada; más de 1400 mg/l.

PT: Profundidad total de la

obra.

NE: Nivel estático.



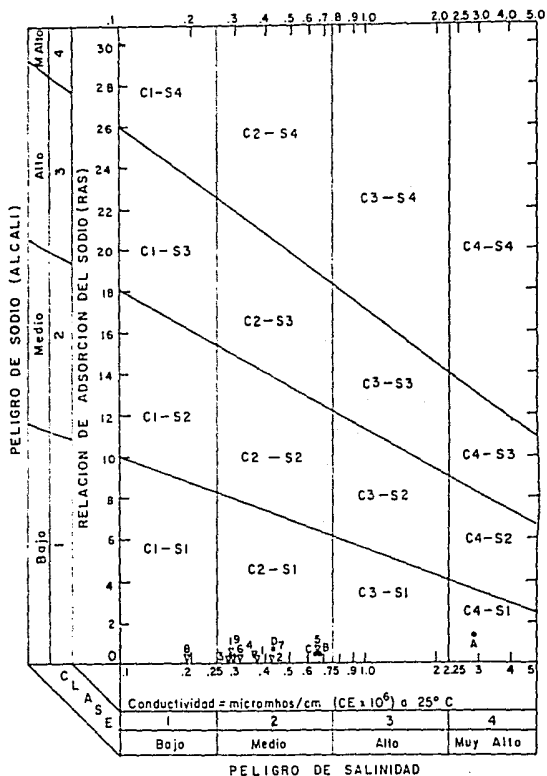
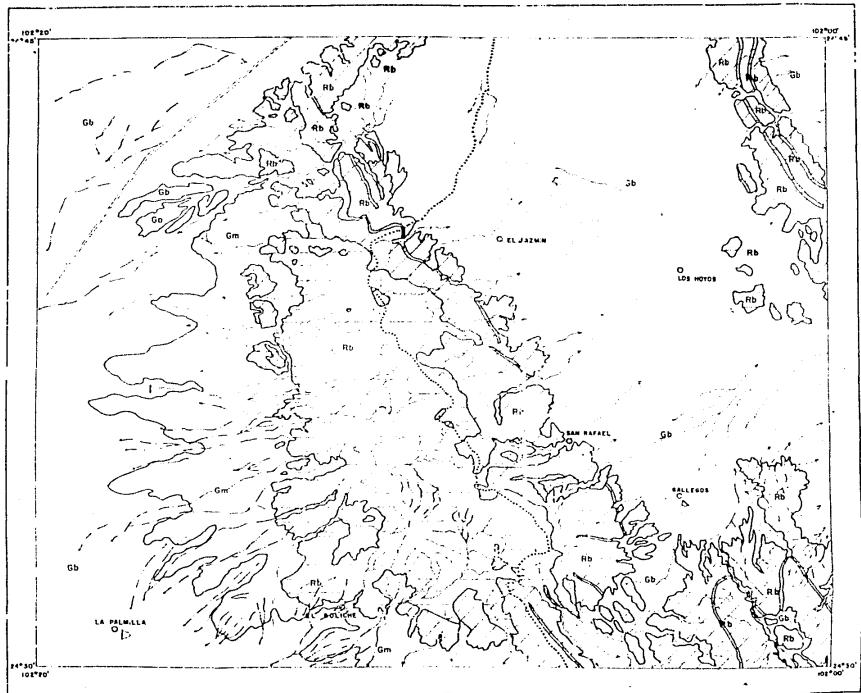


GRAFICO B.1 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO.

◦ Aguas Subterráneas.


▽ Aguas Superficiales.








LEYENDA










PERM: 16-LICIADES

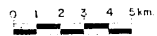
- Alto 
- Medio 
- Bajo 

POSIBILIDADES

- Roca con posibilidades bajas.  Rb
- Materia granular con posibilidades medias.  rm
- Materia granular con posibilidades bajas.  Gb

SIMBOLOS

- Contacto. 
- División hidrológica. 
- Arroyo intermitente. 
- Monantal. 
- Noria. 
- Borde de tierra. 
- Camina revestido. 
- Terracería. 
- Poblado. 



FI UNAM
 1990 TESIS PROFESIONAL
 RAFAEL VAZQUEZ RODRIGUEZ

CAPITULO 9.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPITULO 9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

9 a).- ESTRATIGRAFICAS.

La Formación Taray, pertenece al Paleozoico Supe --rior, debido a que sus características litológicas principalmente terrígenas, en estratos alternos semirítmicos sugiere - que se trata de sedimentos tipo flysch depositados en un lapso de tiempo previo a la orogénesis Permo-Triásica.

Superficialmente esta formación no rodea completa--mente al intrusivo del Pico de Teyra, puesto que éste se in -terconecta con el intrusivo de San Rafael por el lado noreste y se encuentra en contacto con los derrames basálticos que --afloran en la parte suroeste del Intrusivo.

Se recomiendan estudios geofísicos de tipo sismoló--gico y gravimétrico, para contar con datos que ayuden a cono--cer el límite inferior de esa formación y la probable secuen--cia sedimentaria paleozoica subyacente.

La Formación Nazas, fue depositada durante el Triá--sico Superior, en un ambiente netamente continental. Por las--observaciones realizadas en campo, se concluye que sufre nota--bles cambios laterales en su espesor total, consecuencia de -la erosión a que fue sujeta después de su depósito.

La Caliza Zuloaga tiene tres sub unidades, dos calcáreas y otra evaporítica intermedia, no mencionada en definición original, tampoco existe en la localidad tipo designada por Imlay.

La Caliza Tamaulipas Inferior es equivalente en edad a la Caliza arrecifal de la Formación Cupido, por lo que en este trabajo prefirió emplearse aquel nombre; ambas son Neocombianias.

9 b).- TECTONICAS.

El emplazamiento del intrusivo del Pico de Teyra, -- obligó a las rocas basales a sufrir un plegamiento de fondo secundario y casi normal al patrón tectónico primario, causado por la orogenia del Terciario Temprano, este combamiento regional ascendente, no es necesariamente contemporáneo con el de Caopas-Rodeo.

Dicho intrusivo junto con el de San Rafael se encuentran unidos, a pesar de que presentan texturas distintas en rocas de composición semejante, en el primero la textura es equigranular, mientras que en el segundo, se presentan grandes fenocristales de plagioclasas zonadas que en los respaldos muestran un claro alineamiento paralelo a ellos. Probablemente sea el resultado de una diferenciación magmática.

9 c).- MINERAS.

El intrusivo del Pico de Teyra, se encuentra en una etapa de erosión acrobatólica, es decir, que los probables yacimientos de sulfuros que pudieron haber existido, han sido totalmente erosionados. Las concentraciones y zonas anómalas de óxido de cobre son pequeñas y sin importancia económica.

La mineralización del sulfato de bario (barita), -- fue depositada principalmente en el contacto entre las Formaciones Nazas y Zuloaga, se halla como matriz relleno de los espacios porosos de la brecha basal de ésta última formación.

Los levantamientos propuestos servirían para conocer las dimensiones del intrusivo, puesto que hacia el oriente de San Rafael desaparece bajo la cubierta aluvial y probablemente ocurran concentraciones de minerales económicamente aprovechables en sus respaldos con la roca encajonante.

9 d).- GEOHIDROLOGICAS.

Las estructuras sinclinales ofrecen buenas posibilidades de contener agua susceptible de explorarse por medio de perforaciones profundas, dado que en numerosas localidades se observa porosidad secundaria por fracturamiento y disolución, tales estructuras pueden presentar el fenómeno del artesianis

mo, si bien no sugere, por elevaciones que hagan mas económico su bombeo.

9 e).- PETROLERAS.

Regionalmente pueden existir estructuras favorables en rocas mesozoicas, sepultadas por aluviones, sin embargo, - en los bolsones estos pueden alcanzar espesores considerables y las formaciones y estructuras de interés, estarían aun a mayor profundidad cuya exploración es actualmente incosteable, - pero sería de interés contar con datos de estudios por métodos indirectos (Sismología, Gravimetría y magnetometría).

El Paleozoico parece no ofrecer perspectivas, dado que los sedimentos de la Formación Taray fueron depositados - en la zona interna del sistema Marathon-Ouachits, es decir, - en zona eugeosinclinal.

R E C O M E N D A C I O N E S :

Dada la escasez de agua en la región y que con frecuencia las sequías se prolongan durante varios años, es recomendable la exploración en los sedimentos calcáreos mesozoicos, principalmente por métodos directos, con el fin de ubicar y evaluar los posibles acuíferos en calizas; la localización de aguas subterráneas permitiría aprovechar el enorme potencial agrícola de la región.

Es recomendable llevar a cabo un programa de barrenación (previos estudios geofísicos) en la zona suroeste del Pico de Teyra, ya que bajo el basalto cuaternario, existen posibilidades de encontrar mineralización de tipo económico en calizas de la Formación Zuloaga, ya que la etapa de mineralización, debe haber ocurrido previa al fallamiento de tipo normal que limita el borde occidental de la sierra El Solitario de Teyra.

Desde el punto de vista petrolero, cabe la posibilidad de encontrar acumulaciones en estructuras sepultadas por aluviones bajo la planicie del valle Mazapil y que serían la continuación hacia el norte y noroeste del anticlinorio La -- Gruñidora; por lo tanto, es recomendable por su importancia, confirmar la presencia de esas estructuras, principalmente con base en sismología.

Es recomendable explotar la fosforita de la Formación La Caja, ya que permitiría abrir nuevas fuentes de trabajo y así aliviar la precaria situación económica de los habitantes de la región.

La explotación de los yesos del miembro intermedio de la Formación Zuloaga, coadyuvaría en el mismo renglón.

CAPITULO 10.

APENDICE PETROGRAFICO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

Muestra: RV-27 I.- DATOS DE CAMPO. Fecha: Junio 5 de 1976.
Colector: Rafael Vázquez Rodríguez.
Localidad: Noreste del rancho Noria del Pico.
Descripción del afloramiento: Lomeríos bajos y topografía suave.
Edad y/o formación: Terciario Temprano.
Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Verdoso pardusco, que intemperiza en crema pardusco.
Estructura y textura: Másiva, holocristalina, fanerítica porfídica.
Minerales observables: Microclina, fenocristales de plagioclasa, hornblenda, esfena, cuarzo.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Inequigranular, hipidiomórfica.
Mineralogía: _____

IV.- ORIGEN.

Ígneo intrusivo de edad Terciario Temprano.

V.- CLASIFICACION.

Porfido cuarzoamazonítico.

VI.- NOTAS.

Índice de color: - 13.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-128-

I.- DATOS DE CAMPO.
 Muestra: RV-18 Fecha: Junio 4 de 1976.
 Colector: Rafael Vázquez Rodríguez,
 Localidad: Noroeste del rancho Noria del Pico,
 Descripción del afloramiento: Se nota un cambio brusco de la topografía que presenta el intrusivo que es bajo, con respecto a los cerros (*)
 Edad y/o formador: Terciario Temprano
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris pardusco que interperiza en pardo cremoso,
 Estructura y textura: Masiva, granoblástica de grano medio a fino, bandeada.
 Porosidad: Menor a 4%, secundaria por fracturamiento.
 Minerales observables: Calcita granular de grano fino a medio. Calcita cristalina macroscópica, óxidos de hierro.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Sacaróide.
 Mineralogía: Calcita granular 75%, calcita granular lenticular 15%, cuarzo 4%, idocrasa 3%, opacos metálicos 2%, óxido de hierro 1%.

IV.- ORIGEN.

Sedimento calcáreo metamorfozado, colectado cerca del contacto con el intrusivo.

V.- CLASIFICACION.

Mármol.

VI.- NOTAS.

(*).- altos coronados por caliza Zuloaga recristalizada.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

- 129

I. DATOS DE CAMPO.

Muestra: RV-30 Fecha: 5 de junio de 1976.
 Colector: Rafael Vázquez Rodríguez.
 Localidad: Noroeste del rancho Noria del Fico.
 Descripción del afloramiento: Roca ígnea intrusiva, poco resistente a la er-
sión, puesto que ocupa valles y partes topográficamente bajas.
 Edad y/o formación: Terciario Temprano.
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II. DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris verdoso que interperiza en pardo rojizo.
 Estructura y textura: Masiva, holocristalina, fanerítica porfídica.
 Porosidad: Primaria nula, secundaria por fracturamiento.
 Minerales observables: Microclina, plagioclasas, maficos, hematita.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Inequigranular alotriomórfica
 Mineralogía: Fenocristales subredondeados de plagioclasas zonadas 26%; mi-
croclina anhdral 30%; ortoclasa 12%; cuarzo 6%; augita 13%; bio-
ta cloritizada 8%; esfena 2%; opacos 2%; isotrópicos 4%.

IV. ORIGEN.

Ígneo plutónico.

V. CLASIFICACION.

Monzonita de cuarzo y augita.

VI. NOTAS.

Índice de Color: 21, Leucocrática.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-130-

Muestra: RV-40 I. DATOS DE CAMPO. Fecha: Junio 5 de 1976.
 Colector: Rafael Vázquez Rodríguez.
 Localidad: Noroeste de los cerros Cuatillos.
 Descripción del afloramiento: Roca ígnea intrusiva débil al intemperismo, -
 ocupa lomas y cerros bajos.
 Edad y/o formación: Terciario Temprano.
 Estudio ree-erido: Composición mineral y clasificación.

II. DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris verdoso que intemperiza en rojo pardusco.
 Estructura y textura: Masiva, holocristalina fenerítica, porfídica.
 Porosidad: Secundaria por fracturamiento y alteración.
 Minerales observables: Feldespatio potásico 27%, plagioclasas anhedrales -
 60%, máficos 6%, óxidos de hierro 3%, cuarzo 4%.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Inequigranular hipidiomórfica.
 Mineralogía: Microclina 39%, oligoclasa-andesina 48%, hornblenda 6%, -
 cuarzo 4%, óxidos de hierro 3%.

IV. ORIGEN.

Ígnea intrusiva

V. CLASIFICACION.

Monzonita de cuarzo.

VI. NOTAS.

Índice de color: - 6, Leucocrática.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-131-

I: DATOS DE CAMPO.

Muestra: RV-47 Fecha: Septiembre 12 de 1976.
 Colector: Rafael Vázquez Rodríguez.
 Localidad: Arroyo de los Castro.
 Descripción del afloramiento: Grandes bloques que muestran efectos de intemperismo esferoidal, están rodeados de grava, no se observa su base probablemente sean bloques caídos del Pico de Tevra.
 Edad y/o formación: terciario temprano.
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II: DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris claro a obscuro que intemperiza en crema grisáceo.
 Estructura y textura: Masiva, Holocristalina, equigranular hipidiómbria.
 Porosidad: Nula, secundaria por fracturamiento.
 Minerales observables: Plagioclasas sódicas subedrales, feldespatos potásico anhedral, máficos, subedrales a anhedrales, cuarzo anhedral escaso.

III: DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: _____
 Mineralogía: Oligoclasa 27%, ortoclasa 33%, cuarzo 6%, hornblenda 30%, Opacos 2% (pirita), óxidos de hierro 2%.

IV: ORIGEN.

Igneo Plutónico.

V: CLASIFICACION.

Monzonita de cuarzo y hornblenda.

VI: NOTAS.

Indice de color: - 30, Leucocrática.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-132-

I: DATOS DE CAMPO.
 Muestra: RV-48 Fecha: Septiembre 12 de 1976.
 Colector: Rafael Vázquez Rodríguez,
 Localidad: Arroyo de los Castro,
 Descripción del afloramiento: Grandes bloques esferoidales sobre el Arroyo -
 de los Castro, provenientes del Fico de Teyra.
 Edad y/o formación: Terciario Temprano.
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II: DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris oscuro a negro con motas blancas.
 Estructura y textura: Masiva fanerítica holocristalina.
 Porosidad: Nula.
 Minerales observables: Feldespato potásico anhedral, plagioclasas subhe-
 drales, máficos, sub a anhedrales, óxidos de hierro.

III: DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Inequigranular hipidiomórfica.
 Mineralogía: Feldespato potásico 14%, clivoclasa 17%, cuarzo 4%, horn-
 blenda 63%, óxidos de hierro 2%

IV: ORIGEN.

Igneo Plutónico.

V: CLASIFICACION.

Monzonita de cuarzo y hornblenda.

VI: NOTAS.

Índice de color: - 63, Melanocrática.

El autor,

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-133-

I: DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-2 Fecha: Junio 2 de 1976.
 Colector: Rafael Pacheco Rodríguez.
 Localidad: Al noroeste del cerro Los Retires
 Descripción del afloramiento: Forma pequeños morros aislados, de color rojo.
ZO, topografía baja.
 Edad y/o formación: Triásico Superior, Nazas.
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II: DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris oscuro rojizo que intemperiza en gris pardusco.
 Estructura y textura: Masiiva.
 Porosidad: Menor a 2%, no permeable, Secundaria.
 Minerales observables: Fenoclastos de hasta 0.8 cm. de diametro, de ríolita, cuarzo, en una matriz de grano fino.

III: DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Inequigranular, Alotriomófica.
 Minerología: Fragmentos de ríolita 27%, cuarzo volcánico 8%, matriz de tipo litarenita de cuarzo 63%, óxidos de hierro (limonita 4%).

IV: ORIGEN.

Sedimentario continental.

V: CLASIFICACION.

Arenisca conglomerática siliceo lítica.

VI: NOTAS.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-13-

I: DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-3 Fecha: Junio 2 de 1976.Colector: Rafael Pacheco Rodríguez.Localidad: Al norte del cerro Los Relices.Descripción del afloramiento: Forma escarpes muy altos, hacia la base se encuentra brechada, con cementación por calcita y aragonita.Edad y/o formación: Jurásico Superior, Zuloaga.Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II: DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris rojizo que intemperiza en crema pardusco.Estructura y textura: Masiva, microcristalina.Porosidad: Baja, secundaria por fracturamiento.Minerales observables: Calcita microcristalina 83%, bioclastos 10%, vetillas de calcita 5%, arborescencias de fibrolita (trazas), pedernal negro nodular 2%.

III: DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: MicrocristalinaMineralogía: Micrita 83%, Bioclastos 10%, vetillas de calcita espática 5%, Pedernal negro 2%.

IV: ORIGEN.

Sedimentario marino de plataforma.

V: CLASIFICACION.

Biomicrita.

VI: NOTAS.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-135-

I.- DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-31 Fecha: Junio 4 de 1976.
 Colector: Rafael Pacheco Rodriguez.
 Localidad: Al norte de las mesas El Sobaco.
 Descripción del afloramiento: Forman pequeñas lomas de cima plana y mesetas al occidente del Pico de Teyra.
 Edad y/o formación: Plioceno Medio y Tardío.
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris oscuro que intemperiza en pardo grisáceo.
 Estructura y textura: Semicolumnar, Afanítica, Vesicular.
 Porosidad.- 16%, no permeable, sólo por fracturas secundarias.
 Minerales observables: Matriz afanítica, gránulos de limonita.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: _____
 Mineralogía: Matriz afanítica 75%, gránulos de limonita 7%, amígdalas rellenas por zeolitas 5%, las restantes se encuentran vacíos. (Carbonatos).

IV.- ORIGEN.

Igneo intrusivo.

V.- CLASIFICACION.

Basalto de olivino

VI.- NOTAS.

Índice de color:- 60, Melanocrática.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-136-

I. DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-32 Fecha: Junio 4 de 1976.
 Colector: Rafael Pacheco Rodríguez.
 Localidad: Sur del rancho Noria del Pico.
 Descripción del afloramiento: Se encuentra formando una topografía alta y -
 escarpada, la roca se muestra muy fracturada y recrystalizada por
 Edad y/o formación: Terciario Temprano
 Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II. DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris claro a rojizo.
 Estructura y textura: Masiva, granoblástica de grano-medio.
 Porosidad: Baja, secundaria por fracturamiento.
 Minerales observables: Calcita, vetillas de hematita.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Granoblástica
 Mineralogía: Calcita-espática-97%; hematita en vetillas-2%
 Limonita-1%

IV. ORIGEN.

Caliza Zulcaga recrystalizada, en aureola de contacto
 del intrusivo del Terciario Temprano.

V. CLASIFICACION.

Mármol

VI. NOTAS.

(*) intrusivo cercano.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-137-

I.- DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-36 Fecha: Julio 4 de 1976.
Colector: Rafael Pacheco Rodríguez.
Localidad: _____
Descripción del afloramiento: Aureola metamórfica en rocas, carbonatados de la formación Zuloaga. Forma lomas y cerros de altitud moderada.
Edad y/o formación: Jurásico Tardío, Zuloaga recristalizada.
Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris oscuro a pardusco, interperiza en pardo grisáceo
Estructura y textura: Masiva, Granoblástica de grano medio
Porosidad: Secundaria por fracturamiento y disolución.
Minerales observables: Calcitas granular y macrocristalina.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: _____
Mineralogía: Calcita granular 85%, calcita macrocristalina 15%

IV.- ORIGEN.

Aureola metamórfica periplutónica.

V.- CLASIFICACION.

Mármol.

VI.- NOTAS.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-138-

I.- DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-50 Fecha: Junio 4 de 1976.
Colector: Rafael Pacheco Rodriguez
Localidad: Sureste del Pico de Teyra, cerca de Tasajera.
Descripcion del afloramiento: Caliza que forma lomas de topografía moderada, de cima arredondada.
Edad y/o formación: Neocomiano Superior, Aptiano; Tamaulipas Inferior
Estudio requerido: Clasificación.

II.- DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris plomo que intemperiza en pardo rojizo
Estructura y textura: Estratificado, de grano fino, Wackestone
Porosidad: Primaria escasa, Secundaria Escasa.
Minerales observables: Calcita microcristalina.

III.- DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: _____
Mineralogía: Calcita microcristalina 94%, aloquímicos 3%, vetillas de calcita y hematita 3%.

IV.- ORIGEN.

Sedimentario marino de plataforma.

V.- CLASIFICACION.

Pelmicita

VI.- NOTAS.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-139-

I. DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-56* Fecha: Junio 4 de 1976.
Colector: Rafael Pacheco Rodríguez.
Localidad: Sur del Puerto San Antonio
Descripción del afloramiento: Rocas de espesor variable en la cima de la formación Taray, moderadamente resistentes a la erosión.
Edad y/o formación: Pérmico Taray.
Estudio requerido: Composición mineral y clasificación.

II. DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Gris oscuro que interperiza en pardo rojizo.
Estructura y textura: Masiva, clástica psamítica, rudácea, metamorfozada.
Porosidad: Secundaria por fracturamiento.
Minerales observables: Fenoclastos de: Rocas volcánicas básicas, bien redondeadas, Cuarzitas, Cuarzo, Feldespato potásico, matriz de arena micácea, sericita.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Rudácea.
Mineralogía: Fragments de roca volcánica 28%, cuarzo 35%, feldespato potásico 12%, matriz arenosa tipo litarenita cuarzo feldespático -- 20%, sericita como cementante 5%.

IV. ORIGEN.

Sedimentario Continental.

V. CLASIFICACION.

Conglomerado polimictico sílico-lítico, en una matriz arenosa, cementado por sericita.

VI. NOTAS.

El autor.

PETROGRAFO.

DESCRIPCION PETROGRAFICA

-140-

I: DATOS DE CAMPO.

Muestra: RP-57 Fecha: 5 de junio de 1976.
 Colector: Rafael Pacheco Rodríguez.
 Localidad: Sur del rancho Los Perros,
 Descripción del afloramiento: Rocas sedimentarias levemente metamorfizadas,
ocupando flancos de los cerros.
 Edad y/o formación: Triásico Superior, Fm. Nazas
 Estudio requerido: Composición Mineral y Clasificación.

II: DESCRIPCION MEGASCOPICA.

Color: Rojo violáceo con motas blancas y verdes.
 Estructura y textura: Estratificada, Rodácea.
 Porosidad.- Secundaria.
 Minerales observables: Fragmentos líticos; Fragmentos de Feldespatos y
plagioclasas; Matriz arenosa.

III: DESCRIPCION MICROSCOPICA.

Textura: Rodácea
 Mineralogía: Fragmentos de rocas volcánicas 22%; Fragmentos de feldes-
patos y plagioclasas 26%; Matriz de tipo litarenita feldespática
42%; Óxidos de hierro 3%; Vetillas de calcita y limonita 2%. Cemen-
tante Sericitico 5%.

IV: ORIGEN.

Sedimentario Continental.

V: CLASIFICACION.

Arenisca brechoide, lítico feldespática cementada.
por sericita, de color rojo ladrillo.

VI: NOTAS.

Los fenoclastos se presentan en forma angulosa a
sub-redondeada.

El autor.

PETROGRAFO.

BIBLIOGRAFIA.

- AGUILERA T.G.- Estudio Geológico minero de la Región El Jaz -
mín, Caopas, Mpio. de Mazapil, Zac.- Tesis Pro
fesional.
- ALEMAN G.S.- Geología y Mineralización del Edo. de Zacate -
cas y su relación con las provincias Metaloge-
néticas de la Rep. Mexicana.
- ARRIAGA M.H.- Estudio Geológico Geoquímico en el área del --
Pico de Teyra, Edo. de Zac.- Tesis Profesional
UASLP, 1964.
- CORDOBA A.D.- Hoja Apizolaya, Fraccionamiento Cartográfico -
Geológico de la Rep. Mex. Instituto de Geolo -
gía.- UNAM.- 1964.
- CEPEDA D.L. Apuntes de yacimientos minerales.- Fac. de Ing.
UNAM.- 1974.
- CSERNA Z. DE.- Tectónica de la Sierra Madre Oriental, entre-
Torreón y Monterrey, XX Conj. Geol. Int. Mex.,
1956.
- DIAZ L.R. Y LIN
H.L. Estudio Geológico de la parte Nororiental de -
la Sierra de San Julián, Municipio de Melchor-
Ocampo, Edo. de Zac.- Tesis Profesional.-UNAM.
1974.
- DUNBAR C.O. Geología Histórica, 4a. Impresión.-1972. Mex.
F.I. UNAM.- Prospecto Cedros, Zac.- Informe final para Pe
tróleos Mexicanos.
- F.I. Prospecto la Mancha, Dgo. Informe final para -
Petróleos Mexicanos.

- FONSECA F.C.- Estudio Geológico de los Yacimientos de la Unidad Aranzazu, del Distrito de Concepción del Oro, Zac. Tesis Profesional.- ESIA.-1976.
- JUAREZ A.A.J.
MORENO G.S.- Geología y yacimientos minerales del Distrito de Taxco, Gro. Tesis Profesional.- UNAM. 1977.
- MAPES ET AL.- Geología y yacimientos minerales del Distrito de Concepción del Oro y Avalos, Zac. CCNRR. --- Bol. 10E. 1969.
- MARTINEZ R.L.-Estudio Geológico, Geoquímico del área del Taray, Mpio. de Mazapil, Zac.- Tesis Profesional.
- RAMIREZ R.C.- Reconocimiento Geológico de las zonas metamórficas al Poniente de Ciudad Victoria, Tamps. Tesis Profesional.- UNAM.-1974.
- RAISZ E.- Landforms of. México, 1964.
- REYES C.I.A.- Estudio Geológico de la Sierra la Candelaria, Coahuila y Durango y sus implicaciones en la Geología Regional.- Tesis Profesional.- UNAM. 1976.
- ROGERS ET AL.-Reconocimiento Geológico del Norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí, CRNRR, Bol. 56 1961.
- SOLUM S.D.- Estudio Geohidrológico de la zona ixtlera de Zacatecas. Com. Nal. Zonas Aridas, 1972.
- TARDY M. Y RUIZ
B.R. Sobre la observación directa del "DECOLLEMENT" de la cobertura Mesozoica del sector transversal de Parras, sobre el flanco oriental.-Edo. de Zacatecas, Mexico.- Bol. 2 Inst. Geol. UNAM, 1974.