

2
217
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



**ESTRATIGRAFIA Y EVOLUCION GEOLOGICA DE LA
REGION EL CARDITO - EL JUNCO, EN LA PORCION
NORESTE DEL ESTADO DE ZACATECAS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

ADRIANA BORJA MARTINEZ

Director de Tesis: Ing. Javier Arellano Gil

CIUDAD UNIVERSITARIA

**TESIS
FALLA DE**

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA 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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-013

BRITA. ADRIANA BORJA MARTINEZ
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Javier Arellano Gil, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de ingeniero geólogo:

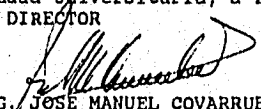
**ESTRATIGRAFIA Y EVOLUCION GEOLOGICA DE LA REGION
EL CARDITO-EL JUNCO, EN LA PORCION NORESTE DEL ESTADO DE ZACATECAS**

	RESUMEN
I	INTRODUCCION
II	FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA
III	ESTRATIGRAFIA
IV	GEOLOGIA ESTRUCTURAL
V	EVOLUCION GEOLOGICA
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	MAPA GEOLOGICO
	BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 23 de febrero de 1994
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS*EGLM*gggt*

Est.

A mis padres

Espero que este logro lo sientan parte de ustedes.
Gracias por el enorme apoyo que siempre me entregaron,
por creer y confiar en mí.

A Carlos, mi esposo

Porque durante épocas difíciles siempre estuvo conmigo,
alentándome para seguir adelante, logrando que ésta Tesis
sea parte de nuestra unión.

A Anita y Amado

Gracias por entregarme su afecto y apoyo para seguir
adelante.

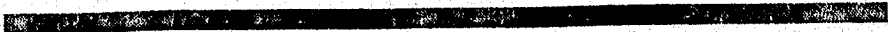
A mis Amigos

Agradezco a todas aquellas personas que contribuyeron de
manera directa e indirecta al desarrollo de mi carrera, y
que se encuentra reflejado en esta Tesis.

RESUMEN	3
CAPITULO UNO. INTRODUCCION	5
I.1 OBJETIVOS	7
CAPITULO DOS. Fisiografía y Geomorfología	9
II.1 FISIOGRAFIA	9
II.2 HIDROGRAFIA	12
II.3 GEOMORFOLOGIA	12
CAPITULO TRES. ESTRATIGRAFIA	14
III.1 ERATEMA MESOZOICA	16
III.1.1 Período Jurásico	16
Formación Nazas	16
Formación Zuloaga	19
Formación La Caja	24
III.1.2 Período Cretácico	28
Formación Tarales	28
Formación Tamaulipas Inferior	32
Formación La Peña	35
Formación Cuesta del Cura	39
Formación Indidura	43
Formación Caracol	47
III.2 ERATEMA CENOZOICA	50
Depósitos Recientes	50
CAPITULO CUATRO. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	52
IV.1 DESCRIPCION Y ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS	52
IV.1.1 Anticlinales	52
Anticlinal El Maguey	52
Anticlinal Aduras	54
Anticlinal Isabel	54
Anticlinal Rincón Grande	54
Anticlinal Ignacio Allende	55

Anticlinal San Antonio	55
Anticlinal Los Picachos	56
Anticlinal El Afinador	56
Anticlinal Los Hacheros	56
Anticlinal La Fortuna	57
IV.1.2 Sinclinales	57
IV.1.3 Fallas	57
IV.2 ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS	59
IV.2.1 Análisis de las estructuras plegadas	59
Sierra Gruñidora	59
Sierra EL Toro-Los Picachos	61
Sierras El Jacalito y Duraznillo	61
IV.2.2 Análisis de las estructuras de falla	62
CAPITULO CINCO. GEOLOGIA HISTORICA	65
CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFIA	79

RESUMEN



RESUMEN

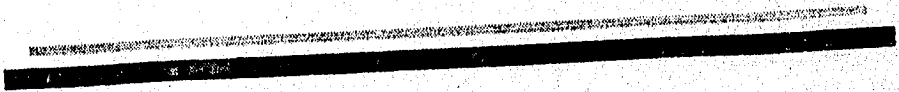
En el área analizada se identificaron 9 formaciones geológicas que comprenden el lapso Jurásico Medio-Cretácico Superior, éstas formaciones son: Nazas, Zuloaga, La Caja, Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña, Cuesta del Cura, Indidura y Caracol. La Formación Nazas está constituida por una secuencia volcanosedimentaria que comprende tobas andesíticas, conglomerados y areniscas conglomeráticas, éstas últimas contienen clastos de rocas volcánicas de composición andesítica. La Formación Zuloaga está constituida por calizas mudstone, wackestone y caliza arcillosas depositados en un ambiente de plataforma calcárea en un clima cálido. La Formación La Caja está constituida por calizas arcillosas y limolitas calcáreas, desarrolladas dentro de un ambiente de mar abierto, con cambios bruscos de velocidad de hundimiento. La Formación Taraises se compone de mudstone y wackestone alternadas con calizas arcillosas y limolitas calcáreas depositadas en un ambiente marino de profundidad media en mar abierto. La Formación Tamaulipas Inferior se compone de mudstone y wackestone depositada en ambiente reductor de aguas profundas. La Formación La Peña está constituida por mudstone y packstone con alternancia de calizas arcillosas y lutitas, depositadas en un ambiente de mar abierto en aguas profundas. Con lo que respecta a la Formación Cuesta del Cura esta se compone de wackestone laminado, depositadas en un ambiente de mar abierto de aguas profundas. La Formación Indidura se compone de una secuencia de calizas arcillosas con intercalación de lutitas y esporádicos horizontes de limolitas calcáreas, depositados en un ambiente de mar abierto en aguas profundas con aporte de terrígenos. Por último la Formación Caracol consiste de una alternancia de areniscas y lutitas tipo flysch desarrolladas dentro de un ambiente de talud continental, o en la periferia de un abanico submarino.

Los rasgos estructurales del área reflejan dos fases tectónicas de deformación. La primera generada por compresión, se caracteriza por pliegues, en su mayoría asimétricos con una orientación general NE 72° SW que se ubican en la porción Sur del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental. La segunda corresponde con un evento distensivo que generó un sistema de fallas normales con una orientación general NW 30° SE, lo cual originó el movimiento de grandes bloques, basculándolos al Oriente.

Se infiere una evolución geológica que se inicia en el Jurásico Medio, con la existencia de una margen tectónica convergente asociada a un arco volcánico continental; posteriormente ocurrió sedimentación marina de aguas someras a partir de Jurásico Superior en el marco de una transgresión. Progresivamente los mares se profundizan hasta que se instaura un ambiente de

aguas profundas, donde existió aporte de terrígenos de manera intermitente, hasta que durante el Turoniano - Senoniano ocurrió la acumulación de una secuencia flysch. Hacia finales del Cretácico e inicios del Terciario ocurrió la fase compresiva que originó el plegamiento, lo cual generó extensas áreas con relieve positivo, instaurándose un ambiente continental. Durante el Cenozoico la región fué sometida a esfuerzos tensionales que causaron el fallamiento normal; y en el Reciente se da la acumulación de abanicos aluviales, depósitos de talud, lacustre, caliche y aluvión.

INTRODUCCION



I. INTRODUCCION

La información Geológica que se tiene de la República Mexicana aún es insuficiente a pesar del constante apoyo científico y las nuevas técnicas de estudio.

Con el propósito de reunir el mayor conocimiento geológico, se desarrolla la aplicación de técnicas de exploración y avances cartográficos, obteniéndose cada día mayor información, sin embargo aún es difícil lograr desarrollar una descripción completa, debido a la falta de información de algunos períodos de la historia geológica, y las grandes zonas aún inexploradas del territorio nacional.

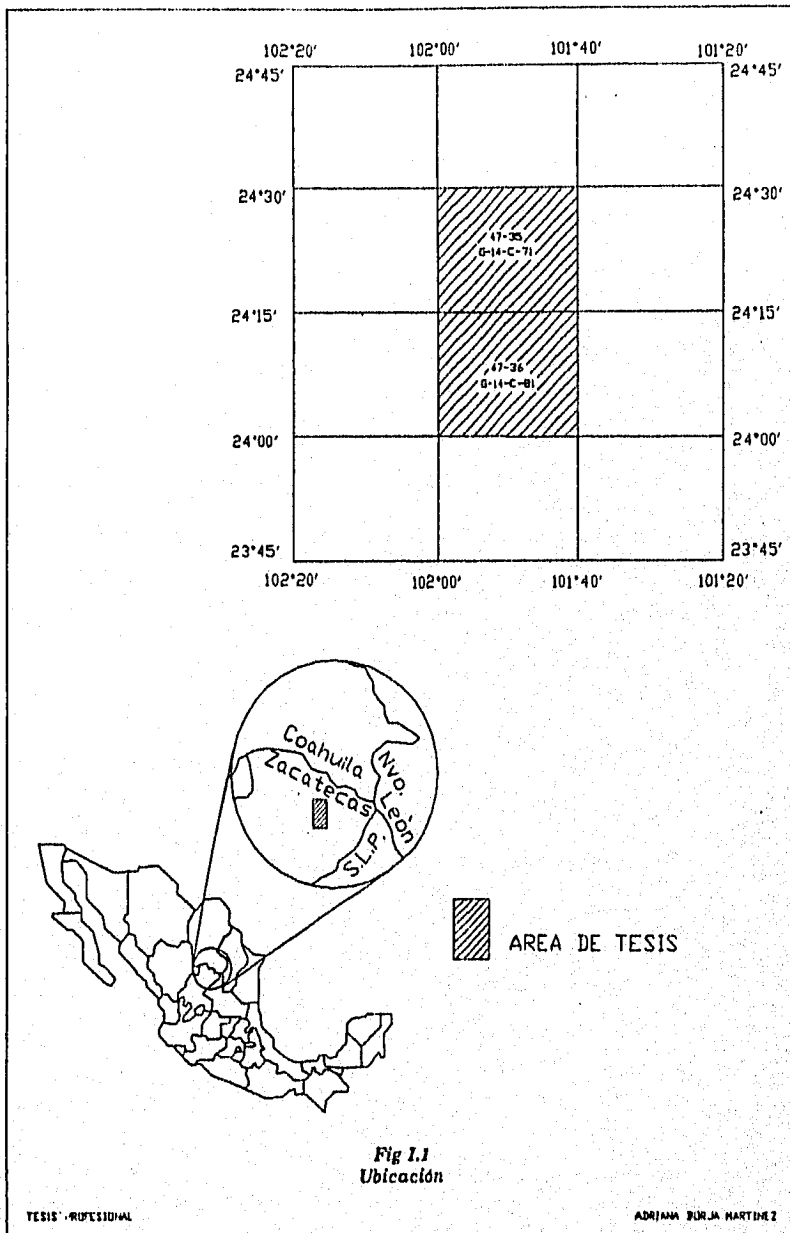
De acuerdo a esta problemática y en vista de la enorme extensión territorial de la República Mexicana se han realizado trabajos geológicos por zonas, con el fin de obtener la información más veraz y completa del territorio.

El presente trabajo, forma parte de una de estas contribuciones y se basa en el análisis de las rocas y estructuras geológicas de la región El Cardito-El Junco, en la porción Noreste del Estado de Zacatecas, teniendo como objetivo principal, interpretar la evolución geológica y estratigrafía del mismo sitio.

La zona estudiada se ubica, en los límites de las Provincias fisiográficas de la Mesa Central y la Sierra Madre Oriental, en el extremo noreste del estado de Zacatecas, comprendiendo una superficie de 1856 Km² entre los meridianos 102° 00' y 101° 40' W y los paralelos 24° 30' y 24° 00'N, correspondientes a las cartas topográficas del INEGI, El Cardito y El Junco (figura 1.1).

El acceso al área es a través de la carretera federal No. 54 (Zacatecas - Saltillo) y la No. 57 (San Luis Potosí - Matehuala), existiendo diferentes caminos de entronque, principalmente terracerías, las cuales comunican con las poblaciones y rancharías del área estudiada, entre las que destacan Tanque los Hacheros, Gruñitoro, La Candelaria, El Cardito, Ignacio Allende, Puerto Rosario, La Presita, y Sabana Grande.

Con referencia a las características de la población según el censo de 1990, se tiene en la región 22 172 habitantes, distribuidos en 199 localidades, con una densidad media de 2.82 habitantes por km², población que se caracteriza por un muy bajo nivel de escolaridad y de vida.



Las actividades económicas principales son: la agricultura, ganadería, caza, minería e industria manufacturera, que van de acuerdo a las posibilidades o a las condiciones climatológicas del área, ya que predomina un clima seco y en algunas partes semiseco, con temperatura promedio entre 20° C, mientras que en el mes más frío la temperatura no sobrepasa los 18° C, considerándose un invierno frío.

El período de lluvia es en verano, con una precipitación media anual de 350 mm por año. El clima de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981), corresponde con un tipo BS1 kw, BS0 kw y BS0 hw condición que junto con el tipo de suelo hace que se desarrolle únicamente vegetación de arbustos, tales como la gobernadora, biznaga, samandoca, palma china, yuca, ocotillo, canatilla, coyonostle, mezquite, lechuguilla, peyote, organito, tesaquillo, abrojo, junquillo, etc, típicas de regiones semidesérticas.

1.1 OBJETIVOS

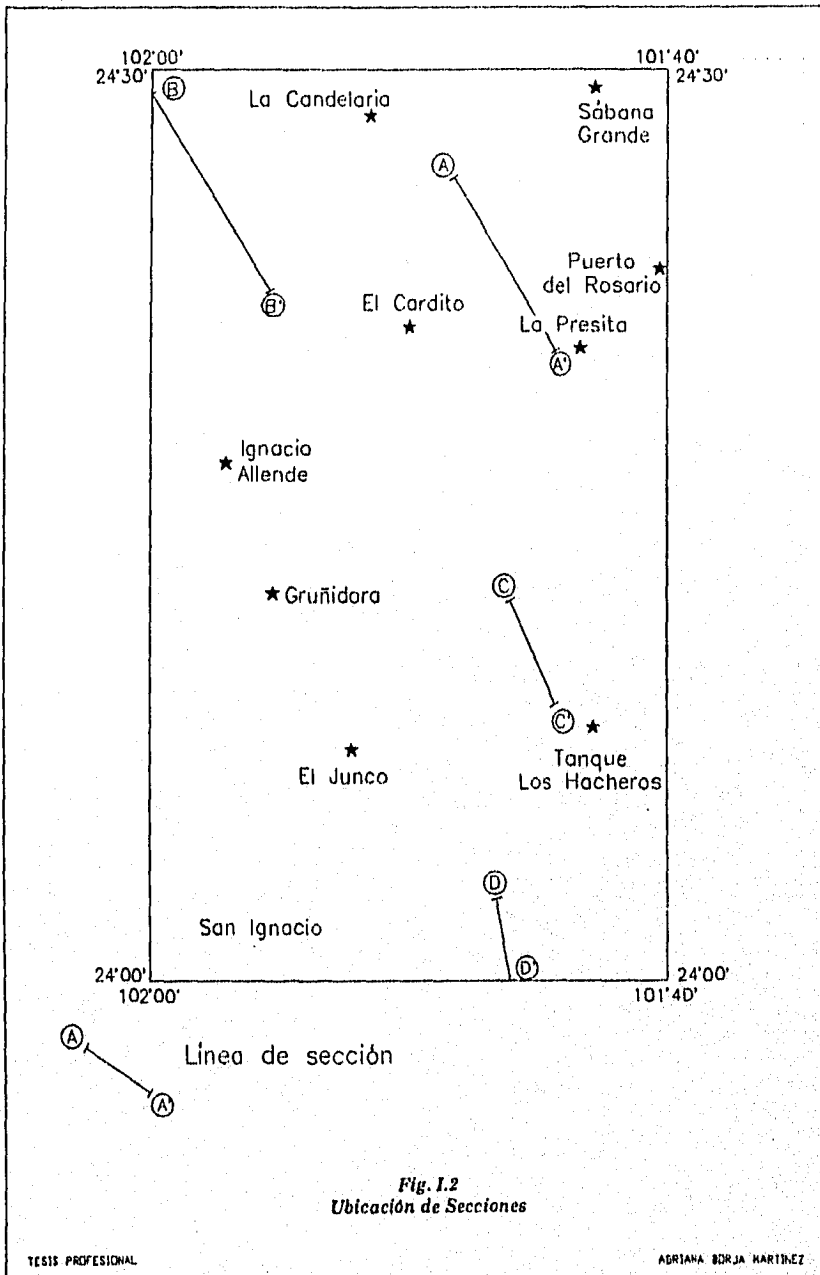
El presente trabajo tiene como objetivo principal la elaboración de un mapa geológico a escala 1:100 000 y realizar el análisis de las características estratigráficas, estructurales, y geomorfológicas de la región de El Cardito - El Junco, Zacatecas.

Los objetivos específicos son:

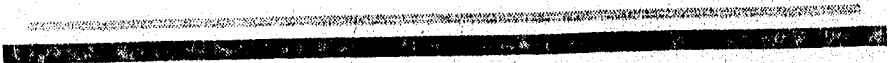
- a) Actualización de la cartografía ya existente.
- b) Describir las características del relieve
- c) Realizar secciones Estratigráficas para conocer las características litológicas y las variaciones verticales y horizontales de las formaciones geológicas aflorantes (figura 1.2)
- d) Interpretar la Evolución Geológica de la región.

De acuerdo con las metodologías para cumplir con estos objetivos, se recopiló la información antecedente sobre el área, se analizaron fotografías aéreas verticales a escala 1:25 000 con la aplicación de los criterios fotogeológicos, se realizó la interpretación del tipo de litología, estructuras y se analizaron las características del relieve. Posteriormente se realizó el trabajo de

campo, donde se analizaron estructuras, litología y las relaciones entre las distintas unidades que afloran. Finalmente se analizaron los datos y se obtuvieron conclusiones y se elaboro el presente texto.



FISIOGRAFIA
Y
GEOMORFOLOGIA



II. FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

II.1 FISIOGRAFIA

El área de El Cardito - El Junco está comprendida en el límite de dos provincias fisiográficas: Hacia el Norte, la Provincia Sierra Madre Oriental, dentro de la Subprovincia Sierras Transversales y en el Sur, la Provincia Mesa Central dentro de la Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Rio Grande, de acuerdo a la clasificación de la D.G.G. (1981), ver fig. II.1.

Por las formas contrastadas del relieve, el área de estudio es posible dividirla en 3 grandes grupos :

- a) Cuerpos serranos (sierras)
- b) Areas planas (valles)
- c) Lomeríos

De acuerdo a esto, podemos ubicar estas formas de la siguiente manera: hacia la parte norte (El Cardito) observamos, los principales cuerpos serranos, los cuales encontramos al Este y Oeste de la zona de estudio, estos elementos se encuentran separados por una planicie extensa de aproximadamente 18 km de ancho por 35 km de largo con una dirección general NW-SE y que se extiende más allá del área de estudio.

Hacia la porción sur (El Junco), predominan las partes planas, existiendo únicamente un lomerío hacia el NE del poblado El Junco.

De acuerdo a lo anterior, se describen las características particulares de las formas de relieve:

a) Cuerpos serranos.- son alargadas con relieve medio a abrupto; y tienen una dirección general de NW26°SE en promedio. Las características que presentan son:

i) La Sierra El Toro-Los Picachos, se encuentra al NE y oriente del poblado El Cardito, tiene un ancho máximo de 10 km en su porción Sur y una longitud de 18 km dentro de área de

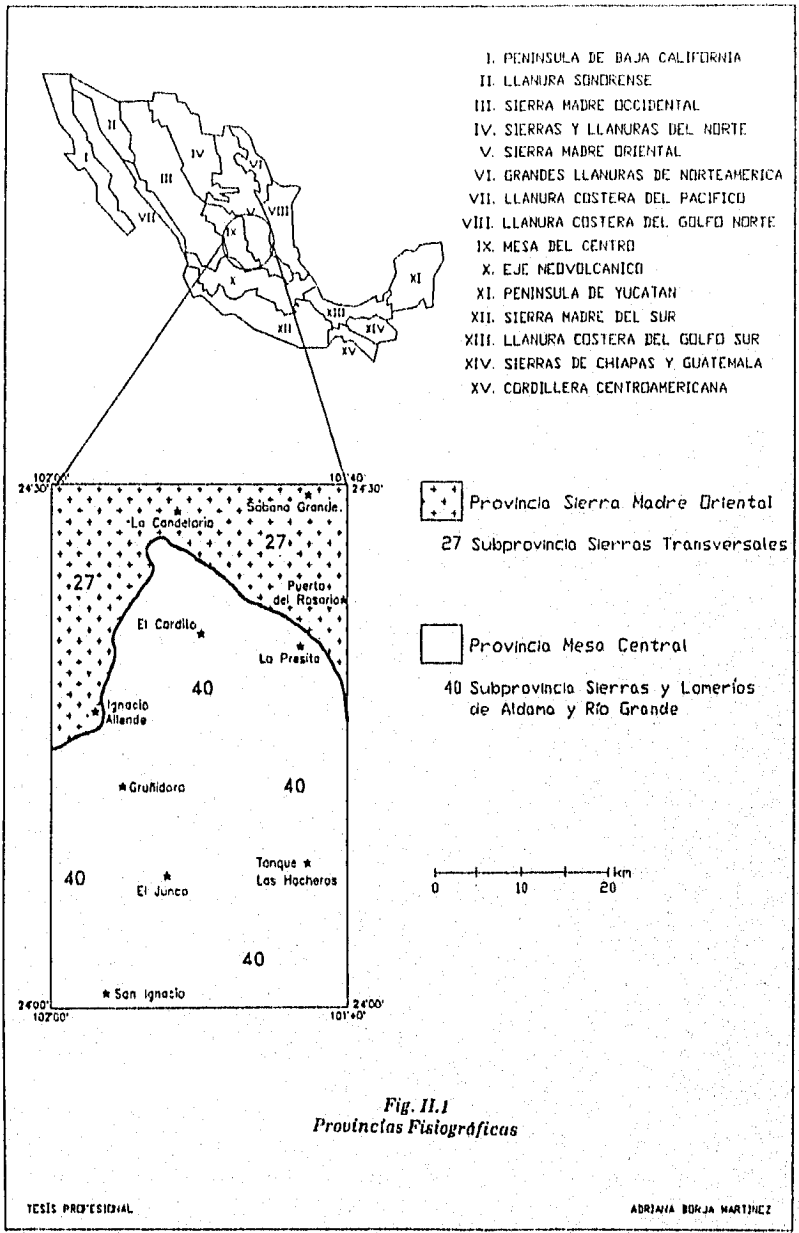


Fig. II.1
Provincias Fisográficas

estudio, ya que se extiende hacia el Norte; presenta una orientación general NW 35 SE. Se compone de cuerpos serranos alargados con parteaguas de diversas orientaciones.

Su relieve es muy abrupto hacia el este, entre las cotas 2050 y 2300 donde presenta una pendiente promedio del 45 % y más suaves entre las cotas 1900 y 2050.

ii) Las Sierras El Jacalito y El Duraznillo se encuentran al SE del poblado El Cardito. La primera se divide en dos cordones serranos unidos hacia el Sur, dando una morfología en forma de "U" con un valle central de aproximadamente 700 m de ancho; la dirección de la sierra es de NW 30 SE y su relieve es medio, entre las cotas 2050 y 2250 donde se tiene una pendiente de 25% en promedio, las cotas más bajas tienen una pendiente más suave; el ancho máximo de la sierra es de 5 km y su longitud es también de 5 km pero se extiende hacia el Sur fuera del área de estudio. La Sierra el Duraznillo se encuentra al sur de la Sierra El Jacalito, encontrándose separadas por un pequeño valle; su longitud es de 3 km, pero se extiende al oriente y sur del área de estudio; el relieve es similar al de la Sierra El Jacalito.

iii) La Sierra La Gruñidora se localiza al SW y poniente del poblado El Cardito. Es una amplia sierra que dentro del área tiene una longitud de 18 km y un ancho de 8 km, pero se extiende al poniente; se compone de cordones serranos irregulares, con orientaciones diversas. La orientación general que presenta es de NW 15° SE y pendientes del 38 % entre las cotas 2100 y 2250, y de un 10 % entre las 2000 y 2100.

b) Areas planas.- El valle presenta una pendiente promedio de 0.6 % inclinado hacia el sur con una pendiente un poco más fuerte (0.9%) hacia el lago intermitente que se localiza entre los poblados de Gruñidora y Calabazal.

c) Lomerios.- La Sierrita se localiza al NW del poblado Tanque Los Hacheros, presenta una orientación general de NW 50o SE, con una extensión de 8 km de largo por 6 km de ancho. Se forma por cordones serranos alargados con pendientes de hasta el 30 % en las partes altas, y del 10 % en las partes de menor cota.

III.2 HIDROGRAFIA

El área de estudio se encuentra dentro de la región hidrológica "El Salado", que se caracteriza por tener una serie de cuencas cerradas, lagos y arroyos con agua únicamente en la temporada de lluvias.

La red hidrográfica se compone de arroyos intermitentes, desintegrados y de poca densidad, con un patrón subparalelo, como se refleja en las curvas de nivel. Los arroyos que bajan de las sierras se pierden al llegar a la planicie en los depósitos aluviales recientes. Este sistema fluvial no es de gran importancia, pues no existe un patrón definido que se pueda explotar económicamente. Los habitantes de los poblados se abastecen de agua a través de captaciones en "tanques" (bordos de tierra) y de norias con poca profundidad en acuíferos semiconfinados.

III.3 GEOMORFOLOGIA

Con el objeto de poder explicar el origen de las formas del relieve, es necesario realizar de manera general el análisis de los agentes endógenos que actuaron en el área, de tal manera que la creación de las estructuras se relacionan a dos grandes eventos Geológicos, uno asociado a una etapa de compresión (Orogenia Laramídica) y otra a una etapa de distensión que forma fallas normales.

a) Proceso de Compresión

Este evento se relaciona con el choque de la placa Farallón y la Norteamericana durante el Masárichiano y hasta el Eoceno, llegándose a formar los grandes pliegues que conforman la Sierra Madre Oriental y que generan el relieve asociado a plegamiento, constituyéndose sierras alargadas.

b) Procesos Distensivos

Este evento se encuentra relacionado con el reacondicionamiento de bloques en el Terciario, con el cual se llega a producir familias de fallas normales subparalelas entre sí, lo que produce bloques que dislocan a los pliegues.

Aunado a este proceso, se tiene presente el registro de un evento secundario distensivo, el cual produce el desplazamiento de otras estructuras plegadas, pero en forma perpendicular a las fallas principales.

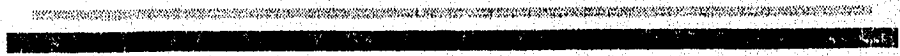
De acuerdo a lo expuesto anteriormente es posible interpretar una secuencia de eventos geológicos manifestados en el área; en donde primeramente se desarrolló un evento compresivo, el cual genera estructuras plegadas prácticamente paralelas con una dirección preferencial NE-SW, sin embargo las sierras se encuentran con una dirección de NW-SE, es decir en forma perpendicular a los anticlinales.

Esta característica se puede explicar con el evento relacionado con las formas negativas (el relieve (valles) este proceso se asocia a un evento tectónico de carácter distensivo que genera fallas normales con dirección preferencial NW-SE, lo cual provoca movimientos de grandes bloques y desplazamientos con los que se forman grandes valles los cuales se observan principalmente hacia la zona sur del área (El Junco).

Esta hipótesis de formación de cuerpos serranos y valles es posible sustentarla con base en la posición estratigráfica de la secuencia que aflora en el área. En las partes bajas, (valles) aflora la formación más joven (Formación Caracol), mientras que en las partes altas (sierras), se observa la mayor parte de la secuencia estratigráfica, no registrándose la Formación Caracol por efectos de erosión de la roca, lo que nos indica que los valles fueron desplazados en forma negativa con respecto a la cima de las sierras, encontrándose de acuerdo a los datos estructurales, que tanto los valles como las sierras se encuentran fuertemente plegadas.

Con referencia a los valles estos se encuentran en proceso de relleno como producto del intemperismo y erosión de las partes altas manifestándose de esta manera acumulación de materiales en las zonas bajas.

ESTRATIGRAFIA



III. ESTRATIGRAFIA

En el área El Cardito - El Junco, se identificaron nueve formaciones geológicas mesozoicas, de las cuales tres corresponden al Jurásico (Nazas, Zuloaga y La Caja); y seis al Cretácico (Faraises, Tamaulipas Inferior, La Peña, Cuesta del Cura, Indidura y Caracol). De estas unidades litoestratigráficas las ocho últimas son de ambiente marino y solo la primera (Formación Nazas) es de ambiente continental. Se reconocieron, cinco unidades de depósitos recientes (caliche, aluvi6n, abanicos aluviales, y dep6sitos lacustres).

En general, las unidades mesozoicas no presentan afloramientos continuos ya que hay grandes áreas cubiertas por sedimentos recientes, sin embargo, en las sierras fué posible caracterizarlas mediante la medici6n de secciones estratigráficas, donde se reconocieron sus variaciones verticales y horizontales. La posici6n estratigráfica, la edad y correlaci6n de las formaciones geológicas que afloran en esta regi6n, se muestra en la tabla 1.

La parte Norte de la zona de estudio (El Cardito) fué cartografiada por Maria de la Paz Hernandez Rivero en 1993 (H.R), y con base en la estratigrafía que reporta, se tomar6n la descripci6n de las formaciones Nazas y Zuloaga, ya que no afloran dentro de la zona sur. Apartir de esto se realiza la correlaci6n con la zona sur (El Junco), la cual es motivo de comparaci6n en éste trabajo.

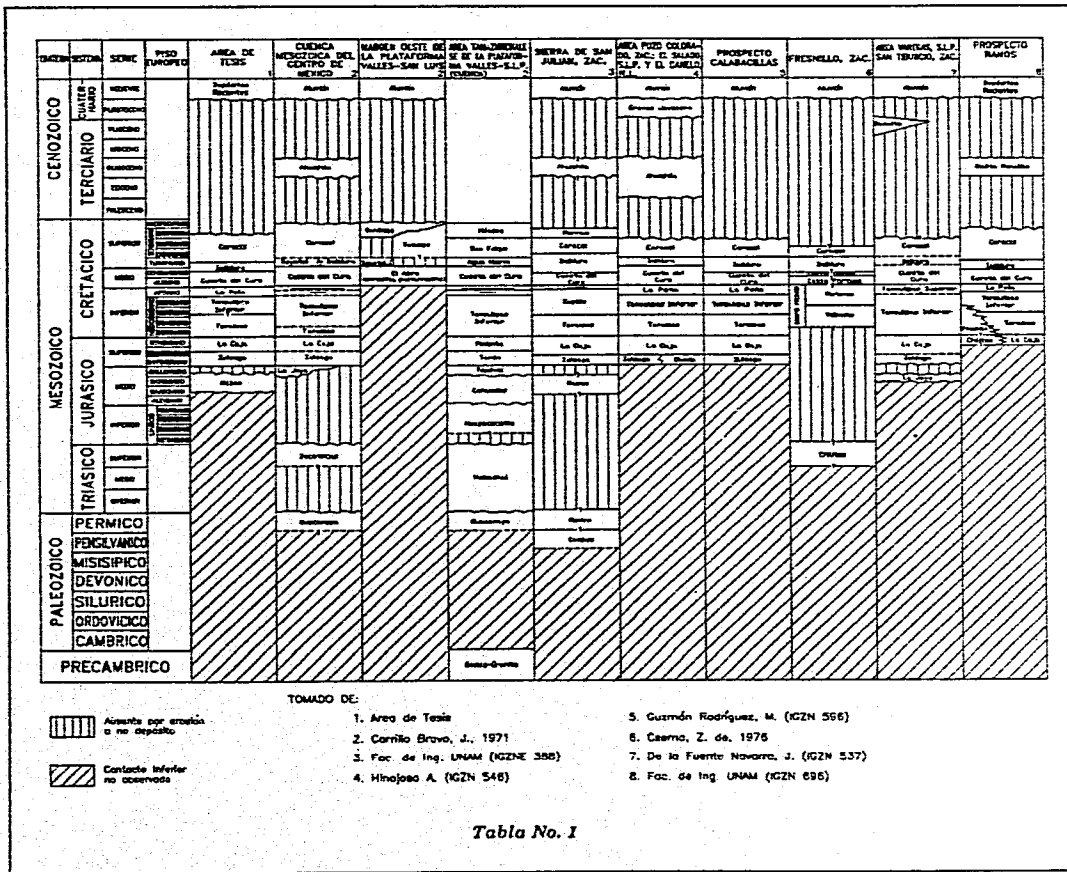


Tabla No. 1

III.1 ERATEMA MESOZOICA

III.1.1 Período Jurásico

FORMACION NAZAS

DEFINICION

Propuesta formalmente por Pantoja-Alor (1972), considerando como localidad tipo, el levantamiento de Villa Juárez, Dgo., sobre el Río Nazas. Su litología está constituida por una secuencia de rocas volcánicas andesíticas, interestratificadas con lutitas, areniscas y conglomerados de color rojo.

DISTRIBUCION

La Formación Nazas, sólo se ubica en el noroste de la Hoja El Cardito, en tres localidades: Al oriente del poblado La Candelaria, en el núcleo del anticlinal San Antonio y en el Cerro El Herrero, (secciones A-A', B-B') y cartografiada por Hernández Rivero (1993). Tomándose como base los datos reportados para la descripción de la siguiente unidad.

LITOLOGIA

De acuerdo a Hernández Rivero (1993) se encuentra compuesta de tobas cristalinas y líticas, derrames andesíticos, areniscas y conglomerados estratificados, de color rojo a verde claro, altamente fracturada y con vetillas de calcita. Hacia la base, predominan los derrames andesíticos y las tobas cristalinas; mientras que en la parte superior, los conglomerados y areniscas conglomeráticas, cuyos clastos son de rocas volcánicas (Andesitas).

En la parte inferior, la formación presenta, oxidación y cloritización, efectos térmicos que aunados con procesos de metamorfismo cataclástico afectan de manera local a los derrames andesíticos y las areniscas, lo que hace que adquiera un aspecto esquistoso. El paquete en general presenta reemplazamiento de plagioclasas por calcita.

Se midió su espesor de manera parcial en el anticlinal San Antonio (El Cardito), obteniéndose 290 m, debido a que no se observan las rocas de la base. Su variación vertical se describe a continuación y se ilustra en la figura III.1 (sección A-A).

UNIDAD 1

Está compuesta por un paquete de aproximadamente 182 m de espesor, constituido de tobas cristalinas y líticas de color rojo ocre, las últimas tienen un predominio en tamaño de piroclastos de ceniza y lapilli. Las Tobas cristalinas contienen cristales de cuarzo subhedral, plagioclasas, feldespatos, biotita, circón y líticos ígneos en menor proporción a los anteriores. Las Tobas Líticas, tienen una mayor cantidad de líticos de composición intermedia, subredondeados.

La base de la unidad muestra una coloración gris verdoso por una alteración menor, en tanto que la parte superior es de color rojizo y los líticos son de mayor tamaño. El paquete en general presenta fuerte oxidación y contiene calcita de reemplazamiento.

UNIDAD 2

La unidad presenta oxidación, constituida por un paquete de tobas cristalinas de 45 m de espesor, de color rojo violáceo, resistentes a la erosión. La roca contiene cristales de cuarzo euhedrales a subhedrales, y plagioclasas.

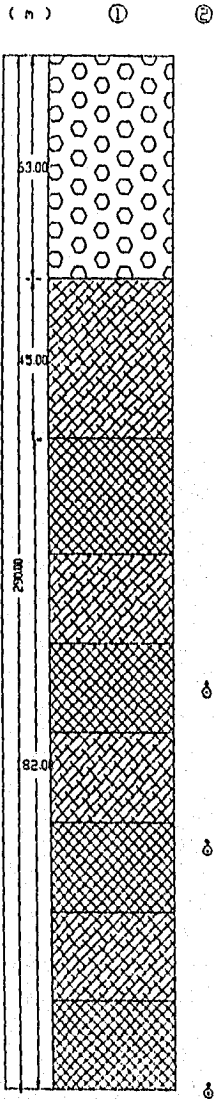
UNIDAD 3

La unidad se encuentra altamente oxidada, con un espesor de 63 m formada por conglomerados color rojo, con clastos volcánicos y tobáceos de tamaño variable, cuyos diámetros varían entre 1 y 10 cm; redondeados a subredondeados, en colores negro, gris verdoso y rojo oscuro.

Hacia la parte final de la unidad, las rocas adquirieron un color verde claro y se observa también una disminución en el tamaño de los líticos; en esta misma porción se encuentran algunos estratos de areniscas conglomeráticas y horizontos de tobas líticas.

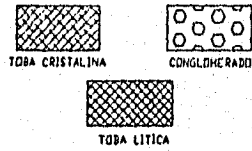
RELACIONES ESTRATIGRAFICAS, EDAD Y CORRELACION

El contacto superior es por discordancia paralelo con la Formación Zuloaga, y el inferior no se encuentra expuesto en el área.



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② OTROS ATRIBUTOS

Δ Estratificación gradada

Fig. III.1
Formación Nazca
Medida al Oriente de Candelaria

La Formación Nazas corresponde de acuerdo a Hernandez Rivero (1993), al Jurásico Medio, edad que la interpreta con base a las relaciones estratigráficas que presenta ya que infrayace discordantemente a las rocas de la Formación Zuloaga. La edad se apoya en el hecho de tener a la Formación Zacatecas (Triásico tardío) y a la Formación Taray subyaciéndole, en la Sierra de Catorce y de Teyra respectivamente.

En el área Caopas- El Rodeo, se obtuvo la clasificación de una andesita de la formación Róteo, subyacente, la cual dió una edad de 183 ± 8 m.a.

La Formación Nazas se puede correlacionar con la formaciones Cahuasas (Jurásico Medio) del Anticlinorio de Huayacocotla, y la Jaya (Jurásico Medio-Superior?).

AMBIENTE DE DEPOSITO

Las características volcanosedimentarias que presenta la unidad, nos indica un ambiente continental asociado a un arco volcánico; siendo ésta la formación volcánica de la zona, la cual sufrió períodos de erosión.

FORMACION ZULOAGA

DEFINICION

Fué definida por Imlay (1939), ubicando su localidad tipo al sur de Ventura Zacatecas, propone denominar como Formación Zuloaga a la secuencia que Burckhardt (1906, 1921), llamó "Caliza con neríneas". La localidad tipo se encuentra en la Sierra de Sombreretillo al norte de Melchor Ocampo, Zac. En ese lugar, consiste principalmente de estratos gruesos, hasta de 3 m de espesor, pero son muy comunes los que miden entre 0.9 y 1.5 m. El color dominante es gris oscuro, algunos estratos de las partes medias e inferior son gris claro. Los 6 m de la parte superior contienen algunos nódulos de pedernal en la mayoría de las secciones donde aflora.

DISTRIBUCION

La formación aflora únicamente en El Cardito siendo cartografiada por Hernández Rivero (1993). Los afloramientos mejor expuestos se encuentran en la Sierra El Toro, en el núcleo del Anticlinal San Antonio, en la Sierra Los Picachos, en la Sierra La Candelaria y en el núcleo de la Sierra Gruñidora (secciones A-A', B-B' Y C-C'). Otros afloramientos más pequeños se localizan al sur del Cerro Los Tenamastes y en el núcleo del Anticlinal El Maguey.

LITOLOGIA Y ESPESOR

De acuerdo a Hernández Rivero (1993) esta formación presenta un espesor total de 508.5 m., los cuales se midieron en el núcleo anticlinal San Antonio, de la Sierra El Toro. En general sus características litológicas se describen a continuación:

Está constituida por una secuencia de mudstone, wackestone y calizas arcillosas de color gris que intemperizan en tonos amarillentos, rosas y rojizos, así como algunas intercalaciones de lutitas en estratos delgados de forma paralela y textura homogénea. Las rocas en general están fuertemente fracturadas en sentido perpendicular a la estratificación, así como parcialmente recristalizadas, además de que presentan un alto contenido de líneas estilolíticas paralelas a los estratos y rellenas por arcillas y óxidos. Se distinguen en las porciones arcillosas nódulos calcáreos esféricos, escasos nódulos y lentes de pedernal negro y algunos horizontes con concentraciones de óxidos.

El espesor de los estratos varía de 10 cm a 2 m en la base de la formación, mientras que en el resto de la secuencia miden en promedio 3 m, sin embargo existen algunos paquetes masivos de más de 5 m de espesor.

Cerca de la mina El Herrero, se observó un horizonte de yesos hacia la base, en los primeros 25 m; el cual se encuentra intercalado entre las calizas arcillosas y las limolitas calcáreas. También se observa en el mismo sitio, dolomitización hacia la cima de la formación.

El contenido fósil de la formación esta constituido principalmente por gasterópodos, Nerineas. En su mayoría, se encuentran recristalizados y alojados dentro de los estratos más arcillosos. Esta formación la dividió (Hernández Rivero) en cuatro unidades, con base en sus

características litológicas que se estudiaron mediante la medición de una columna estratigráfica. Las características se describen a continuación (Fig. III.2. sección A-A') :

UNIDAD 1

Presenta estratos de forma paralela y textura heterogénea con espesores variados, de 10 cm. a 2 m, siendo los más delgados los de mayor contenido en arcillas y los que presentan laminación. A esta unidad, corresponde un paquete de 208.5 m de mudstone y wackestone de color gris oscuro, alternando con calizas arcillosas y limolitas calcáreas de color gris, con tonos ocre y rosados por efecto del intemperismo.

También son características, algunas zonas con calizas recristalizadas y otras con gran cantidad de ondulaciones estilolíticas de valles y crestas muy sinuosas, que siguen la dirección de la estratificación y que están rellenas por arcillas y óxidos.

En los primeros 150 m, se observan algunos nódulos y bandas de pedernal negro y rojizo, así como estratos dolomitizados, dendritas de manganeso y cristales de yeso y aragonita.

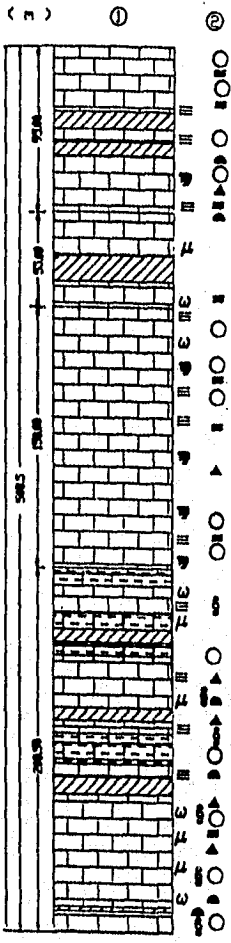
Hacia la cima de la unidad se aprecian nódulos calcáreos de forma esférica, como también algunos cristales de cuarzo secundario.

El contenido fósil de la unidad, está compuesto por Nerineas recristalizadas en calcita blanca, las cuales llegan a medir hasta 9.5 cm de longitud, y otros gasterópodos de color negro con longitudes de 1 a 4 cm, que se restringen a un horizonte arcilloso (entre los 125 y 137 m).

UNIDAD 2

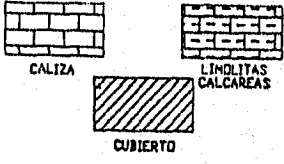
Secuencia formada por un paquete de 150 m de espesor con una alternancia de wackestone, de color gris oscuro parcialmente recristalizadas y calizas arcillosas de color gris claro al fresco, y gris amarillento por intemperismo. También existen líneas onduladas estilolíticas paralelas a la estratificación de valles y crestas sinuosas.

Hacia la base, los estratos presentan espesores que varían de 30 cm a 1 m, incrementándose hacia la cima hasta alcanzar 3.5 m. Como rasgos característicos de esta unidad,



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (μ) Mudstone (γ) Granstone
- (u) Vackestone (β) Boundstone
- (ρ) Packstone (≡) Arcillosa
- (⊙) Recristalizada

④ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ ▲ Pedernal (bandas, nódulos)
- ⊕ Gasterópodos
- Nódulos calcáreos
- Lamnación

Fig. III.2
Formación Zuloaga
Medida en la Sierra El Toro

se tienen horizontes de óxidos, cristales de calcita y aragonito, y una marcada laminación en la porción arcillosa.

UNIDAD 3

La unidad presenta un espesor de 55 m y se compone de mudstone y wackestone de color gris, fuertemente recristalizadas y brechadas. Debido al intemperismo, las rocas adquieren una coloración gris amarillento con algunas tonalidades rojizas por efecto de la oxidación. Como característica distintiva de esta unidad, se tiene la presencia de estratos masivos, cuya potencia llega a ser de más de 5 m. Contiene también, estilolitas rellenas de arcillas y óxidos, las cuales llegan a medir 8 cm de amplitud.

UNIDAD 4

La secuencia presenta estratos calcáreos heterogéneos de forma paralela, cuyo espesor varía de 80 cm. a 4 m., con gran cantidad de líneas estilolíticas paralelas a la estratificación. En la base se aprecian nódulos y lentes de pedernal de color negro con óxidos mientras que en la cima se incrementa el contenido de arcillas, nódulos calcáreos y laminación.

Este último paquete tiene un espesor de 95 m y se caracteriza por una secuencia de wackestone de color gris claro, parcialmente recristalizadas, alternando con calizas arcillosas, de color gris claro a gris amarillento.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS, EDAD Y CORRELACION

La Formación Zuloaga presenta en la base un contacto por discontinuidad paralela a la Formación Nazas y subyace concordantemente a la Formación La Caja, relación que se observa claramente en el Anticlinal San Antonio.

Con base en la presencia de *Nerineas*, se le asigna una edad Oxfordiano Superior-Kimeridiano inferior, la cual, se confirma con la presencia de *Fabreina salevensis*, *Accicularia* sp, cortes de gasterópodos, *Rhaxella* sp y ostrácodos, (Hernandez Rivero 1993).

Se correlaciona con la Formación La Gloria, de los bordes de la Paleo-isla de Choahuila y con la Formación Tamán del área de Tamazunchale (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

Por las características litológicas y fosilíferas, la formación expresa una transgresión, al inicio de la cual hubo depósitos de evaporitas y aporte de terrígenos, cambiando posteriormente a depósitos de carbonatos, característicos de un ambiente de plataforma calcárea, en un clima cálido.

FORMACION LA CAJA

DEFINICION

Imlay (1938), la definió y ubica su localidad tipo en la vereda del Quemado, en el flanco meridional de la Sierra de La Caja en Cedros, Zac. En este lugar se tiene un espesor de 83 m. y se define como una secuencia de calizas limolíticas, color ocre blanquecinas, con estratos de pedernal, limolitas calcáreas, limolitas calcáreas con pedernal, calizas arcillosas fosfatadas, pedernal calcáreo fosfatado, calizas gris rojizas y limolitas con nódulos calcáreos fosilíferos.

DISTRIBUCION

Los mejores afloramientos, de la formación, se encuentran expuestos en las sierras La Gruñidora, El Toro y Los Picachos, que se localizan en la porción oriental y occidental de la área El Cardito. (secciones A-A' y B-B'). La formación, también aflora en los flancos de los Anticlinales San Antonio, Picacho y Santa Cruz. En El Juncó, (secciones C-C' y D-D'), aflora en una pequeña franja alargada en el núcleo del anticlinal Los Hacheros, sitio donde se midió un espesor parcial.

LITOLOGIA Y ESPESOR

Esta formación fué medida por Hernandez Rivero con espesor total de 63.75 m, el cual se midió en el flanco sur del Anticlinal San Antonio. Se compone por una secuencia de calizas, arcillosas y limolitas calcáreas, de color gris, que intemperizan en gris claro con tonos violáceos. Los estratos son delgados, paralelos y heterogéneos con horizontes de fosforita, bandas y nódulos de pedernal negro y abundantes amonoideos.

En la zona Sur fué medida de manera parcial (de la cima hacia la base) dentro de los lomerios que conforman a la Sierra obteniéndose un espesor de 16.5 m; la siguiente Formación se puede resumir de acuerdo a lo observado en dos unidades, conforme a su variación litológica vertical, las cuales se describen a continuación a partir de la unidad más antigua (Fig. III.3, secciones A-A' y C-C').

UNIDAD 1

Está constituida por limolitas calcáreas, de color gris medio, que intemperizan en gris claro con tonos violáceos; presenta intercalaciones de calizas arcillosas de la misma coloración. Los estratos varían de 10 a 15 cm de espesor. Contiene un horizonte de fosforita, amonoideos, y pedernal en bandas y lentes de color negro. Espesor 6 m.

UNIDAD 2

Compuesta por calizas wackestone, con esporádicos estratos de calizas arcillosas de color gris, que intemperizan en gris claro con tonos rosáceos. Los estratos presentan espesores entre 20 y 40 cm. Presentan nódulos de hematita, microfósiles, amonitas de 2 a 5 cm de diámetro y algunos nódulos de pedernal negro. Espesor 10.5 m.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS

El contacto inferior, de esta formación, es concordante con la Formación Zuloaga (Hernandez Rivero 1993) y su contacto superior, es concordante y transicional con la Formación Taraises (Hernandez Rivero).

MEDIDA AL NORTE DEL TORO

MEDIDA EN LA SIERRITA

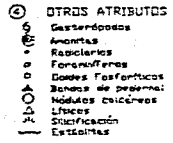
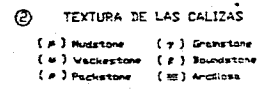
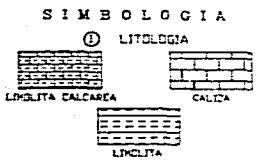
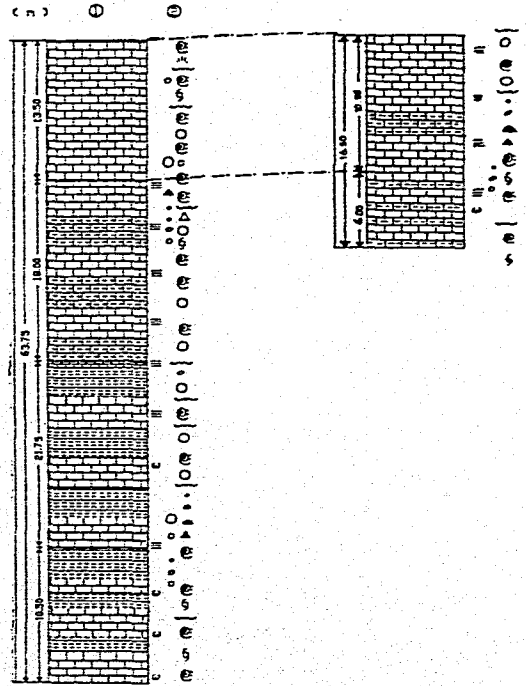


Fig. III.3
Formación La Caja

Unicamente en la zona Norte se colectaron numerosos fósiles, que ubican a la formación en una posición estratigráfica correspondiente al Kimeridgiano Superior-Tithoniano. Los fósiles encontrados son ejemplares de *Proniceras* sp., *Substeueroceras* sp., *Parodontoceras* sp. y radiolarios. Edad que se confirma con base en *Calpionella alpina*, *Calpionella elíptica* y radiolarios; *Calpionella alpina lorens*, *Calpionella darderi cadisch* y *Langenido*, fósiles reportados en los Prospectos Calabacillas (I.G.Z.N. 596, 1980) y Vanegas-San Tiburcio, Zac. (I.G.Z.N. 537, 1970).

Se correlaciona con la Formación La Casita y también equivale a la base de la Formación Pimienta, que allora en la región de Tamazunchale, S.L.P. (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

Por las características litológicas y su contenido faunístico, se interpreta que se depositó en un ambiente de mar abierto, donde la velocidad de hundimiento para el área, se aceleró con relación a las condiciones regionales previas, marcando un cambio brusco en la sedimentación.

De acuerdo a lo reportado por Hernández Rivero, en su cartografía de la zona Norte y lo observado parcialmente en la zona sur, las variaciones litoestratigráficas verticales no son trascendental para considerar un cambio de origen o evolución de las mismas.

FORMACION TARAISES

DEFINICION

Imlay (1936), definió y ubicó su localidad tipo en la cabecera del Cañon Taraises de la Sierra de Parras Coahuila, en donde tiene un espesor entre 143 y 148 m, forma morfológicamente un surco que rodea al núcleo de los anticlinales, y la describe como una secuencia compuesta por dos miembros; el inferior de 75 m, de calizas de color gris, que al intemperismo adopta un color gris claro. Este miembro contiene amonoides que son abundantes cerca de la cima; presenta más resistencia a la erosión, que el miembro superior, que consiste de calizas delgadas y calizas arcillosas, nodulares a astillosas, de color gris claro a oscuro, con abundantes fósiles en la base.

DISTRIBUCION

En El Cardito aflora en franjas angostas en las Sierras El Toro, Los Picachos y La Grufidora. Otros afloramientos, se encuentran al sur del Cerro Los Tenamastes en la Sierra El Duraznillo y en el Anticlinal El Maguey. En El Junco aflora sólo en la parte central del Anticlinal Los Hacheros.

LITOLOGIA Y ESPESOR

Esta formación se ubica en la Sierra El Toro, en el flanco sur del anticlinal San Antonio (El Cardito), y en la porción central del anticlinal Los Hacheros (El Junco), constituida de mudstone y wackestone, alternadas con calizas arcillosas y algunos estratos de limolitas calcáreas. Las rocas son de color gris al fresco y por intemperismo presentan coloración gris claro con tonos amarillo rojizo en las partes arcillosas. Contiene amonoides mal preservados, bandas y nódulos de pedernal gris, nódulos de hematita, recristalización y fracturamiento.

A continuación se describen a partir de la base las características litológicas verticales generales de las cuatro unidades que conforman la formación (Fig. III.4) y que se midieron en la Sierrita (El Junco) con un espesor total de 91.5 m:

UNIDAD 1

Calizas wackestone y mudstone, con intercalación de calizas arcillosas y algunos estratos de limolitas calcáreas. Los estratos, presentan espesores entre 20 y 50 cm, son de color gris, e intemperizan en gris blanquecino. Contiene abundantes amonoides mal preservados, algunos nódulos de pedernal de color gris oscuro y nódulos de hematita. Espesor 21 m.

UNIDAD 2

Calizas arcillosas, con intercalaciones de calizas mudstone, en estratos de 30 a 60 cm de espesor: son de color gris e intemperizan en gris claro. Presenta concreciones de hematita, de aproximadamente 1 cm de diámetro, estilolitas paralelas a la estratificación y algunos nódulos de pedernal negro. Se observan algunos gasterópodos y ostrácodos. Espesor 30.5 m.

UNIDAD 3

Unidad compuesta por calizas mudstone y wackestone, con intercalación de lutitas laminadas, en estratos de 30 a 80 cm de espesor, son de color gris e intemperizan en gris claro. Contiene concreciones de hematita y escasos nódulos de pedernal negro; y en las porciones arcillosas se encuentran pelecípodos y amonoides mal preservados. Espesor 27 m.

UNIDAD 4

Calizas mudstone y wackestone, con intercalación de calizas arcillosas en estratos con espesores entre 40 y 80 cm. La roca es de color gris e intemperiza en gris claro. Contiene amonoides mal preservados en las porciones arcillosas y algunos nódulos de pedernal negro. Espesor 13 m.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS, EDAD Y CORRELACION

La Formación Taraises, sobryace concordantemente y en forma transicional a la Formación La Caja y subyace concordante y transicionalmente a la Formación Tamauilpas Inferior.

En el área no fué posible coleccionar macrofósiles bien preservados que permitan establecer su posición estratigráfica. Sin embargo, se le asigna una edad Berriasiano-Hauteriviano Temprano con base en los siguientes criterios: Imlay (1938), en el área de Concepción del Oro-Mazapil, Zac., cercano al área de estudio se identificó en la parte superior de esta formación amonitas de los géneros *Olcostephanus* sp., *Neocomitas* sp., *Ollstoloceras* sp., *Turmannites* sp. y *Oichotomites* sp.; asignando a esta fauna una edad Hauteriviano. Humprey (1949), en la Sierra de los Muertos al sureste de Saltillo, Coah., reporta para la base de la formación, amonitas de los géneros *Berriasella* sp. y *Spitloceras* sp. de edad Berriasiano. Hinojosa y Martínez (I.G.Z.N. 546, 1971), reportan los siguientes macrofósiles de los géneros: *Neocomites densistrriatum*, *Neocomoceras* sp., *Taraisites* cf. *olcostephanus*, *Killianella* cf., *Olcostephanus* cf. y *Subthurmania* sp.; también reportan los siguientes microfósiles: *Tintinnopsella longa* Colom., *Calpionellites Neocomiensis* Colom., *Tintinnopsella Carpathica* Mugenu y Filipesu, *Nannoconus Sleimanni* Kampitner, *Calpionellites darteri* Colom. y *Stenosemellopsis hispánica* Colom.; por lo que se le asigna de acuerdo a esta fauna al Berriasiano-Hauteriviano Inferior.

Se correlaciona con la parte basal de la Formación Tamaulpas Inferior en el área de Tamazunchale, S.L.P; con la Formación Fresnillo y con la Formación Santuario (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

La acumulación que dió origen a la formación, ocurrió en aguas de profundidad media de mar abierto, en condiciones probablemente anaeróbicas, donde la cuenca continuaba hundándose y existía aporte de terrígenos finos, y buena oxigenación.

FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR

DEFINICION

Belt (1925), menciona la Caliza Tamaulipas, con una breve descripción y refiere el nombre a la ocurrencia y desarrollo de la unidad en el Estado de Tamaulipas.

Debido a que esta secuencia calcárea se encuentra fraccionada por la presencia de un paquete calcáreo-arcilloso intermedio (Horizonte Otates), Muir (op. cit.) considera más adecuado denominar "Tamaulipas Inferior" a los estratos que se encuentran abajo del Horizonte Otates, los que corresponden al Cretácico Inferior. El uso ha hecho válida ésta unidad, conocida como Formación Tamaulipas Inferior, la que consiste de calizas densas de grano fino, ligeramente cretosas de color crema amarillento, en estratos ondulados con espesores que varían desde 20 cm hasta más de 50 cm. Son comunes los nódulos esféricos y elongados de pedernal amarillo. La localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borrega, de la Sierra de Tamaulipas, donde está expuesto un espesor de 400 m.

DISTRIBUCION

Esta formación tiene sus afloramientos más extensos en las partes altas de las sierras de El Cardito, aflorando en las sierras El Toro, Los Picachos, El Jacalito y Gruñidora medida por Hernández Rivero (1993). El Junco, se encuentra expuesta únicamente en la parte central de prominencia orográfica La Sierrita (sección C-C').

LITOLOGIA Y ESPESOR

Esta compuesta por estratos medios y gruesos de mudstone y wackestone, con diferentes coloraciones: Las más puras son de color gris que interperizan a gris claro; algunas otras varían de tonos amarillos a rosáceos dependiendo del contenido de óxidos. Contiene amonitas plirilizadas, nódulos de hematita y nódulos de pedernal, con coloración que varía de gris a negro, e interperizan en tonos café rojizo.

De acuerdo a las características observadas mediante la medición de la sección estratigráficas en el Anticlinal Los Hacheros (El Junco), a continuación se describen sus variaciones verticales a partir de la unidad más antigua Figura III.5 (secciones B-B' y C-C'):

UNIDAD 1

Calizas mudstone y wackestone de color gris que interperizan en gris claro con tonos rojizos, presenta estratos de 60 cm a 1 m de espesor y escasos nódulos de pedernal gris que por intemperismo adquieren coloración café rojizo. La unidad presenta ostrácodos, equinodermos y gasterópodos, concreciones de piritita, estilolitas paralelas a la estratificación y vetillas de calcita. Espesor 35 m.

UNIDAD 2

Calizas mudstone, y wackestone de color gris que interperizan en gris claro con tonos amarillentos debido a la presencia de óxidos. Se presenta parcialmente recristalizada y contiene nódulos de pedernal de color gris oscuro y negro, nódulos de hemalita y estilolitas paralelas a la estratificación. Microscópicamente se observan fragmentos de ostrácodos y rudistas.

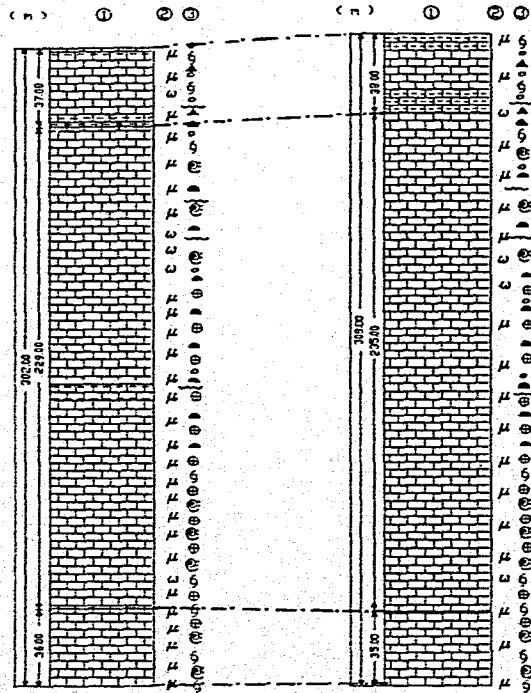
En sus primeros 125 m, los estratos presentan espesores entre 60 cm y 2 m; en los siguientes 75 m los espesores llegan a alcanzar 2.8 m y en los últimos 35 m, los estratos tienen espesores entre 40 y 60 cm. Espesor 235 m.

UNIDAD 3

Calizas mudstone y wackestone con escasos estratos de calizas arcillosas de color gris que interperizan en gris claro con tonos rojizos y amarillentos por la presencia de óxidos. Los estratos tienen espesores entre 40 y 60 cm con abundantes nódulos de pedernal gris que interperizan en café rojizo, amonitas recristalizadas, algunas piritizadas, pelecipodos y ostrácodos. Espesor 38 m.

MEDIDA AL ORIENTE DEL TORO

MEDIDA EN LA SIERRITA



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (#) Mudstone (7) Greenstone
- (*) Wackestone (#) Boundstone
- (P) Packstone (III) Arcillosa

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲▲ Pedernal (bandas, nodulos)
- Foraminiferos
- ⊗ Anortoz
- ⊖ Estalactas
- ⊕ Fragmentos fósiles
- ⊖ Peliculas

Fig. III.5
Formación Tamaulipas Inferior

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS, EDAD Y CORRELACION

Suprayace en forma concordante y transicional a la Formación Taraises; subyace a la Formación La Peña de la misma manera.

Se le asigna una edad Hauteriviano Tardío-Barremiano con base en el reporte de Burckhardt (1930), el cual encontró en el área de Mazapil, Zac. amonitas del género *Holcodiscus* sp y *Pseudohaploceras* sp. Hernández y Mendoza (I.G.Z.N. 584, 1979) determinaron *Nannoconus globulus*, *Nannoconus steinmanni*, *Rhaxella* sp y *Globigerina* sp de edad Hauteriviano.

Se correlaciona con las formaciones Cupido del área del Paleogolfo de Sabinas, Guaxcamá de la Plataforma Valles-San Luis Potosí y con la Formación Fresnillo (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

Esta unidad se depositó en un ambiente marino de aguas profundas, en un ambiente reductor, lo cual se infiere a partir de su litología y por la presencia de nódulos y cristales de pirita, ahora hematizados.

FORMACION LA PEÑA

DEFINICION

Imlay (1936) definió como Formación La Peña a una unidad compuesta por dos miembros, el inferior de calizas en estratos medianos y gruesos de color gris claro a oscuro que intemperizan en gris con tonos de amarillo; presentan algunos horizontes arcillosos, los cuales son más frecuentes en algunas secciones; el espesor de este miembro varía entre 426 y 665 m. El miembro superior es de carácter calcáreo arcilloso en estratos delgados y medianos con abundantes fósiles, principalmente amonitas del Aptiano Superior. Este miembro es muy delgado varía entre 15 y 24 m.

Después, Humphrey (1949) restringe a La Formación La Peña al miembro superior de Imlay (op. cit.): Así, La Peña consiste de margas, calizas arcillosas y lutitas que contienen fósiles del Aptiano Superior.

DISTRIBUCION

Se encuentra expuesta en delgados cordones en las sierras El Toro, Los Picachos (Hernandez Rivero 1993), El Jacalito, El Duraznillo, Gruñidora y La Sierrita.

LITOLOGIA Y ESPESOR

Se compone de una alternancia de wackestone y packstone con calizas arcillosas y lutitas de color gris que intemperiza en gris claro con tonos rojizos. Contiene bandas y nódulos de pedernal negro; presenta recristalización y fracturamiento, así como vetillas de calcita y rastros de oxidación. Los estratos varían de 5 a 30 cm de espesor, con laminación en las partes arcillosas. Presenta amonoides en su mayoría mal preservados.

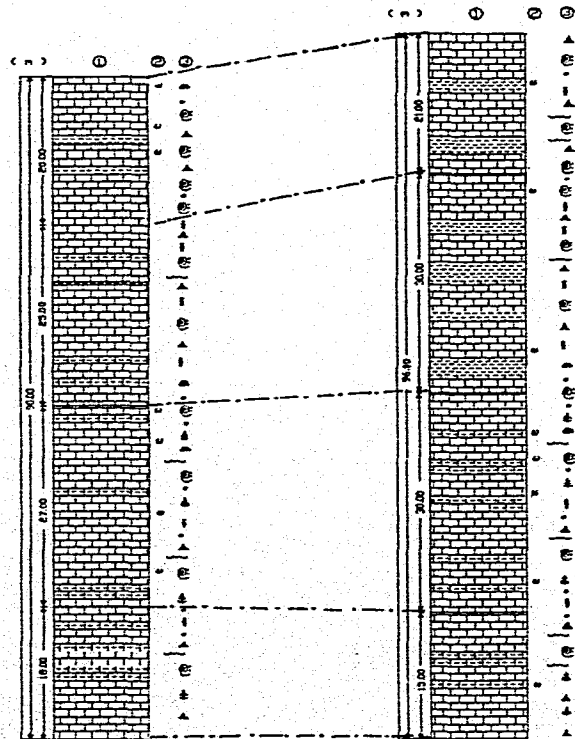
Sus variaciones verticales a partir de la base se describen a continuación y se ilustran en la Figura III.6 (secciones A-A' y C-C'), habiéndose medido (El Junco).

UNIDAD 1

Unidad compuesta por calizas arcillosas con intercalación de algunos estratos de limolitas calcáreas y calizas wackestone, de color gris oscuro que intemperizan en gris claro con tonos amarillentos. Los estratos presentan laminación y espesores entre 10 y 30 cm, contienen fragmentos de conchas, ostrácodos, amonitas, láminas ricas en óxidos, pedernal gris oscuro que intemperiza en tonos rojizos, cubos de pirita oxidada y fracturas rellenas de calcita. Espesor 15 m.

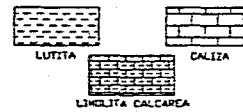
MEDIDA AL ORIENTE DEL TORO

MEDIDA EN LA SIERRITA



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② TEXTURA DE LAS CALIZAS

- (#) Mudstone (γ) Gramstone
- (u) Vackestone (β) Boundstone
- (ρ) Packstone (≡) Amolosa

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ Pedernal Gaudes, nódulos
- Foroníferos
- ⊕ Amonitas
- Estrolitas
- △ Fragmentos fósiles
- I Pelecozoides

Fig. III.6
Formación La Peña

UNIDAD 2

Calizas arcillosas con intercalación de calizas wackestone y algunos estratos de lutitas. Los estratos tienen espesores entre 10 y 30 cm predominando los de 20 cm, son de color gris e interperizan en tonos rojizos por la abundancia de óxidos. Contiene amonoides, globigerínidos y fragmentos de ostrácodos, vetillas de calcita y nódulos de pedernal gris que interperizan en rojo óxido. Espesor 30 m.

UNIDAD 3

Unidad compuesta por calizas arcillosas con intercalaciones de lutitas y algunas calizas wackestone, en estratos con espesores entre 15 y 40 cm, predominando los de 20 cm. La roca presenta laminación, es de color gris e interperiza en gris claro con tonos rojizos debido a la abundancia de óxidos. Contiene amonoides, ostrácodos y globigerínidos, vetillas de calcita y algunos nódulos de pedernal gris oscuro que interperiza en rojo óxido. Espesor 30 m.

UNIDAD 4

Calizas mudstone y wackestone con intercalación de calizas arcillosas y lutitas de color gris que interperizan en gris claro con tonos amarillentos. Los estratos presentan espesores entre 10 y 30 cm, predominando los de 15 cm, contienen amonoides mal preservados, globigerínidos y ostrácodos, nódulos y bandas de pedernal gris oscuro que interperiza en rojo óxido. Espesor 21 m.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS, EDAD Y CORRESPONDENCIA

Esta Formación presenta contactos nítidos y concordantes con las unidades que la limitan: La Formación Tamaulipas Inferior en la base y la Formación Cuesta del Cura en la cima.

A la Formación La Peña le corresponde una edad Aptiano, con base edad obtenida por el contenido fosilífero de la unidad. Se encontraron ejemplares de *Parahoplites mexicanus*.

Valdivieso (I.G.Z.N. 585, 1979) reporta para el área, *Collomiella mexicana*, *Collomiella recta*, *Microcalamoides diversus* y *Prasglobostruncana aptiensis*, los cuales corresponden al Aptiano.

La Formación La Peña se correlaciona con la Formación Oates expuesta en la Sierra de Tamaulipas (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

En la región de estudio, la Formación La Peña se acumuló en un ambiente de mar abierto de aguas profundas; esta interpretación se basa en el carácter litológico y contenido fosilífero de la unidad, así como en el hecho de que se encuentra entre dos unidades con ambiente de depósito similar. El contenido de material arcilloso se puede explicar por actividad volcánica hacia el occidente del área.

FORMACION CUESTA DEL CURA

DEFINICION

Imlay (1936), propuso su localidad tipo y describe a la unidad como una secuencia calcárea expuesta en la Cuesta del Cura a 6.5 km al oeste de Parras, Coah., con un espesor de 73 m. La formación consiste de calizas gris oscuro y negro en estratos delgados ondulados, incluye horizontes arcillosos y numerosas bandas de pedernal, algunos estratos se observan laminados finamente, con alternancia de bandas gris oscuro y negro; en la cima se observa un estrato grueso de 1.2 a 1.5 m de caliza compacta.

DISTRIBUCION

Esta formación aflora principalmente en la hoja El Cardito, en el flanco oriental de la sierra El Toro, en la porción sur de la Sierra Los Picachos; en las sierras Grufidora, El Jacalito y El Duraznillo. En la hoja el Junco aflora en La Sierrita.

LITOLOGIA Y ESPESOR

Esta formación se compone de wackestone de color gris en estratos con espesores entre 10 y 50 cm. La caliza se presenta laminada, contiene bandas delgadas de pedernal negro, horizontes con abundantes amonoideos pequeños y recristalizados, microestilolitas, vetillas de calcita y algunas concreciones de pirita.

Sus variaciones verticales se describen a continuación y se ilustran en la Figura III.7 (secciones A-A' y C-C')

UNIDAD 1

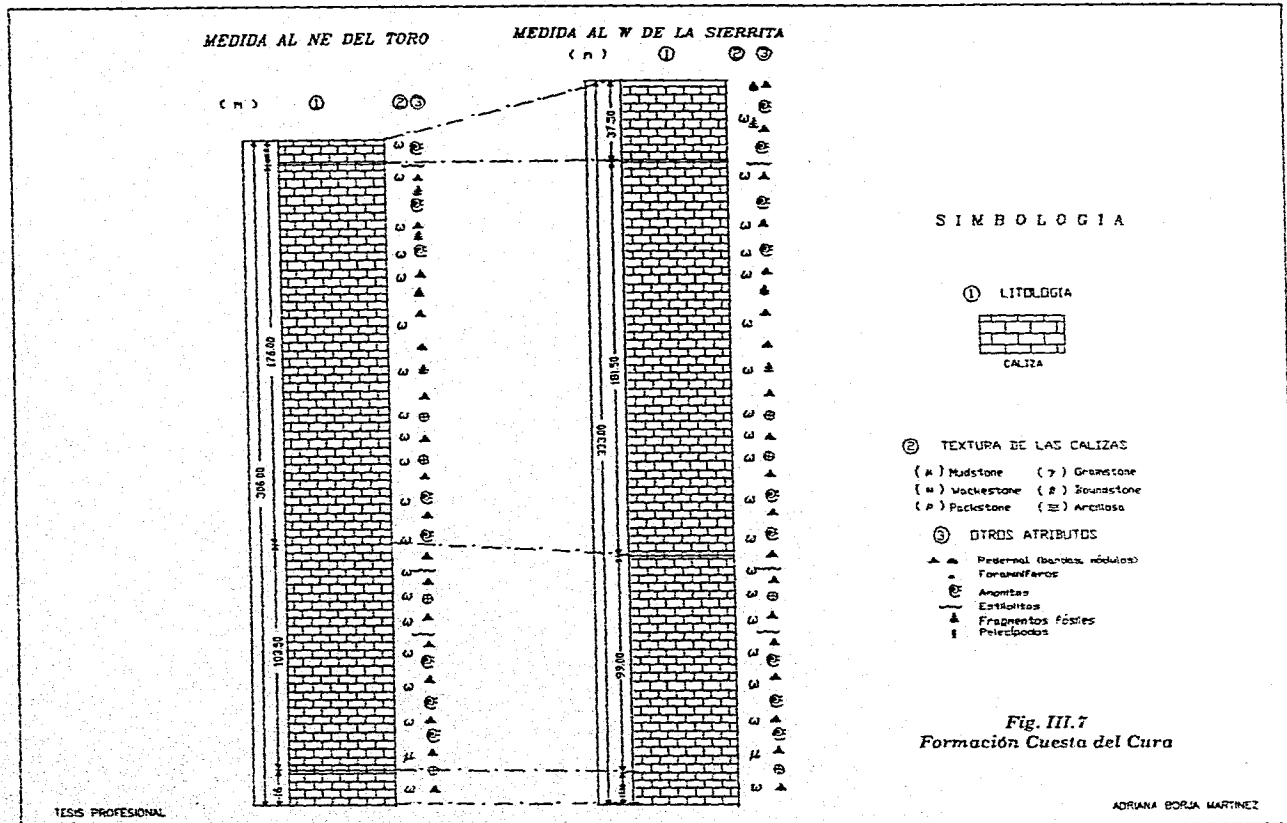
Esta unidad se constituye de calizas mudstone y wackestone de color gris oscuro, laminadas y parcialmente recristalizadas, con esporádicos estratos de caliza arcillosa. Los estratos tienen entre 10 y 35 cm de espesor, bandas de pedernal negro, estilolitas rellenas de óxidos y vetillas de calcita perpendiculares a la estratificación. Contiene amonitas, en su mayoría, recristalizadas y fragmentadas, placas de equinodermos y foraminíferos. Espesor 16 m.

UNIDAD 2

Calizas con estratos que presentan variaciones verticales de mudstone a wackestone, son de color gris oscuro en superficie fresca y gris claro por intemperismo. Los estratos son laminados y tienen espesores entre 15 y 45 cm, predominando los de 25 cm. Contiene algunos horizontes con amonoideos recristalizados, otros con foraminíferos, gasterópodos fragmentados y placas de equinodermos, además de contener vetillas de calcita, bandas de pedernal negro, dolomitización y silicificación. Espesor 103.5 m.

UNIDAD 3

Se constituye por calizas wackestone de color gris, laminadas y con abundantes bandas y lentes de pedernal negro. Los estratos tienen entre 15 y 55 cm de espesor, predominando los de 25 cm. Contiene horizontes con abundantes amonoideos pequeños, ostrácodos, placas de



equinodermos y foraminíferos. Se observan algunas pequeñas concreciones de pirita, silicificación, y dolomitización. Espesor 176 m.

UNIDAD 4

Calizas wackestone, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas en estratos de 10 a 35 cm de espesor, predominando los de 20 cm. La roca es de color gris oscuro e imberiza en gris claro, contiene horizontes con ostrácodos, foraminíferos y placas de equinodermos; vetillas de calcita, y algunos nódulos y bandas de pedernal negro. Espesor 10.5 m.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS EDAD Y CORRELACION

Su contacto inferior es de forma concordante y nítida a la Formación La Peña. Su contacto superior con la Formación Indidura es también concordante, pero ligeramente transicional, como se pudo apreciar en la medición de la sección estratigráfica.

La formación contiene amonoides del género *Brancoceras* sp, *Oxitropidoceras* sp, *Hamites* (*Psilohamites*) sp, *Kossmatela* sp, y de la familia *Ancyloceras*; estos fósiles representan el lapso comprendido entre el Albiano y el Cenomaniaco Inferior. La Formación Cuesta el Cura se correlaciona con la Formación El Abra de la plataforma Valles-SLP (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

La formación se acumuló en un ambiente de mar abierto de aguas profundas; condiciones que se expresan en el abundante contenido de microfósiles planctónicos, en el carácter clásico, expresado por las laminaciones de los estratos, además por los horizontes arcillosos con laminaciones de hematita que expresan condiciones reductoras.

FORMACION INDIDURA

DEFINICION

Kelly (1936), definió su localidad tipo en el extremo meridional de la Sierra de Santa Ana, a 19.3 km al oeste-suroeste de Las Delicias, Coah., donde consiste de calizas masivas, lutitas y calizas laminadas que contienen fósiles del Albiano Superior, Cenomaniano y Turoniano.

Imlay (1936), midió una secuencia calcáreo-arcillosa de 652 m en el área de la Sierra de Parras (Lomas de San Pablo); secuencia que dividió en cinco miembros: El inferior consiste de una intercalación de lutitas fisiles y calizas laminadas de color gris oscuro y negro con horizontes yesíferos, este miembro tiene un espesor de 107 m. El segundo miembro está formado principalmente por lutitas calcáreas fisiles o nodulares de colores oscuros y en ocasiones rosa, que al intemperismo adoptan un color gris con tonos ocre, tiene algunos estratos de caliza de color negro en superficie fresca y amarillo claro al intemperismo, su espesor es de 198 m. el tercer miembro consiste de 213 m de calizas arcillosas y lutitas de color gris oscuro en estratos entre 15 y 30 cm de espesor, hacia la cima predominan las lutitas; los estratos de caliza intemperizan en colores amarillo y naranja con tonos claros y contiene abundantes *Inoceramus lablatus*.

El cuarto es de lutitas calcáreas y calizas de estratificación delgada de color ocre a negro que intemperizan en color naranja, su espesor es de 103.6 m. el último miembro consiste de calizas arcillosas de colores desde ocre amarillento hasta ocre negruzco en estratos delgados con superficies irregulares y numerosas marcas orgánicas; contiene amonoides del género *Peronceras* y su espesor es de 30.5 m.

DISTRIBUCION

Los afloramientos de esta unidad son restringidos, sin embargo se encuentran afloramientos pequeños en el Cerro Las Hermanitas, en el flanco sur del Anticlinal El Maguey y en el sur de la Sierra de Gruñidora, siendo cartografiada en la región norte por Hernández Rivero.

LITOLOGÍA Y ESPESOR

Esta constituida por calizas arcillosas con intercalación de lutitas y esporádicos horizontes de limolitas calcáreas; hacia la base se presentan estratos de wackestone. Son rocas con estratificación delgada, de color gris en superficie fresca, y gris amarillento con tonos violáceos por intemperismo. En la parte basal contiene algunos lentes de pedernal negro, amonitas recristalizadas y gasterópodos; en la parte central existe predominio de la porción arcillosa con amonoideos e inoceramus.

Se midió un espesor parcial de 175.5 m, a partir de su base ya que su cima se encuentra cubierta, no siendo posible su caracterización total.

Sus variaciones verticales se describen a continuación reconociéndose 4 miembros y cuyas características se describen a partir de la base, Figura III.8 (secciones D-D')

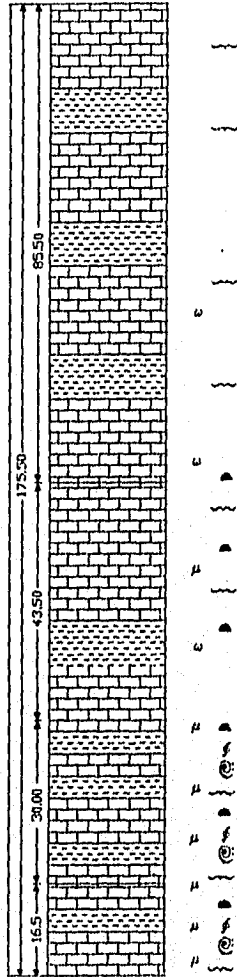
UNIDAD 1

Corresponde a un espesor de 16.5 m., de mudstones y wackestones con intercalación de calizas arcillosas y algunos estratos de lutitas; son de color gris claro e intemperizan en tonos violáceos. Los estratos tienen espesores entre 10 y 20 cm, contiene lentes de pedernal de color gris oscuro, amonoideos pequeños y foraminíferos.

UNIDAD 2

Presenta un espesor total de 30 m. y se compone de estratos con espesores de 10 a 15 cm. que se caracterizan por una intercalación de calizas arcillosas con lutitas de color gris que intemperizan en tonos amarillentos y violáceos. Contiene algunos estratos de caliza wackestone, laminaciones de óxidos, gasterópodos, amonitas y escasos lentes de pedernal negro que intemperizan en café rojizo.

(n) ① ② ③



SIMBOLOGIA

① LITOLOGIA



② TEXTURA DE CALIZAS

- (A) Mudstone (γ) Grainstone
- (W) Wackestone (β) Boundstone
- (P) Packstone (α) Arcilloso

③ OTROS ATRIBUTOS

- ▲ Lentes de pedernal'
- f Gasterópodos
- ⊙ Anonitos
- ~ Estalolitos

Fig. III.8
Formación Indidura
Medida al Sureste del Carbonero

UNIDAD 3

Presenta un espesor de 43.5 m. y se forma de calizas arcillosas con escasos estratos de lutitas y wackestones, en estratos de 3 a 20 cm de espesor, predominando los de 10 cm. Son de color gris e interperizan en tonos amarillentos y violáceos; contiene horizontes de óxidos, microfósiles, vetillas de calcita y algunos lentes de pedernal negro.

UNIDAD 4

Se midió un espesor de 85.5 m. constituida por una alternancia de calizas arcillosas con lutitas en estratos de 5 a 15 cm de espesor y algunos estratos de wackestone. Las rocas son de color gris al fresco y por intemperismo adquieren tonos violáceos y rojizos. Se observan foraminíferos en las calizas más puras.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS EDAD Y CORRELACION

Su contacto inferior es con la Formación Cuesta del Cura por medio de un contacto concordante y ligeramente transicional. El superior es un contacto con características similares a el inferior pero con la Formación Caracol.

Se le asigna una edad Cenomaniano Superior - Turoniano Temprano, con base en el contenido fosilífero reportado para el área por Hermoso de la Torre: *Globotruncana* sp, *Heterohelix* sp, *Rotalipora* sp, *Globigerina* sp, *Pithonella ovalis* y *Calcsesferula Innoninata*.

Se correlaciona con parte de la Formación Soyatal y Agua Nueva, la primera expuesta en la margen oeste de la plataforma Valles-SLP, y la segunda, en el área de Tamazunchale S.L.P. (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

La unidad se acumuló en un ambiente de aguas profundas de mar abierto, muy similar al ambiente que prevaleció durante la sedimentación de la formación anterior; la presencia de

estratos arcillosos en la Formación Indidura indica el aporte de terrígenos provenientes del occidente como resultado de la erosión de un arco volcánico.

FORMACION CARACOL

DEFINICION

Imlay (1937) consideró como Formación Caracol a un paquete de tobas devitrificadas y lutitas con cantidades subordinadas de calizas. Se distingue de la Formación Indidura por la presencia de tobas, y de la unidad sobreyacente (Formación Parras), por la presencia de lutitas negras. La localidad tipo se encuentra en el lado oeste de el Arroyo Caracol, de la Sierra de San Angel (Sierra de Parras, Coah.); en donde se halla expuesta una secuencia de 282 m.

En la literatura geológica del norte del país, se ha aplicado el nombre de Formación Caracol a una secuencia arcillo-arenosa que ocupa la misma posición estratigráfica.

DISTRIBUCION

Aflora únicamente en la porción oriental de El Junco, en los lomerios cercanos a los poblados La Gruñidora, Cerro Blanco y San Ignacio.

LITOLOGIA Y ESPESOR

Consiste de una alternancia de areniscas y lutitas tipo flysch de color gris oscuro al fresco y gris verdoso con tonos ocre por Intemperismo; la mayoría de areniscas corresponde con wackas fílicas, algunas de ellas presentan cementante calcáreo, en estratos de 5 a 40 cm de espesor. Las areniscas presentan estratificación gradada, marcas de base y de carga que permiten fácilmente definir la polaridad de la secuencia. La porción arenosa presenta Intemperismo esferoidal.

En los lomeríos situados al sudoeste del poblado La Gruñidora, fué posible medir un espesor parcial de 231 m de esta formación, caracterizándose por una intercalación de arenitas líticas, con lutitas en una secuencia rítmica.

Predominan las areniscas de grano medio y fino. Los espesores de los estratos en los primeros 22 m, se encuentran entre los 5 y 25 cm, en los siguientes 135 m llegan a alcanzar hasta 40 cm y en el último paquete se encuentran entre 3 y 20 cm. En ese último paquete, se encuentran algunos estratos de arenisca conglomerática, en estratos de 25 cm en promedio, que contiene líticos de cuarzo subredondeado, fragmentos de areniscas y lutitas (Fig III.9).

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS, EDAD Y CORRELACION

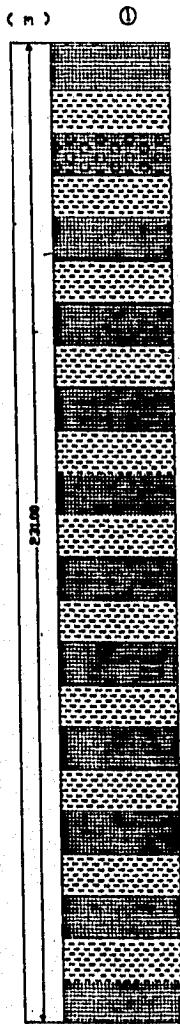
La Formación Caracol se encuentra sobreyaciendo a la Formación Indidura, mediante un contacto concordante y transicional; a su vez está cubierta, discordantemente, por las diferentes unidades de depósitos recientes.

En el área no se colectaron fósiles que permitan asignarle edad. Ulloa (1952) en el área de Concepción del Oro, colectó fragmentos de amonitas de la familia de los Peronicerátidos asignándole una edad correspondiente al Coniaciano - Santoniano. En el Prospecto Salinas (I.G.Z.N. 679, Fac. de Ing. 1986) se reportan ejemplares de la familia Hamitidae comprendidos en el lapso Turoniano - Senoniano. Con base en los reportes anteriores le asignamos una edad Turoniano Tardío - Campaniano Temprano.

La Formación Caracol se correlaciona con la Formación San Felipe (área de Tamazunchale S.L.P.) y Mexcala (Edos. de Querétaro e Hidalgo).

AMBIENTE DE DEPOSITO

El carácter turbidítico de la unidad indica una acumulación en el talud continental y tal vez en la llanura abisal, en la periferia de un abanico submarino, en su porción media. La fuente del material volcánico que contiene la formación, se localizaba en la región occidental; área que se encontraba sujeta a erosión.

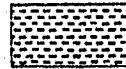


SIMBOLOGÍA

① LITOLÓGIA



ARENISCA



LUTITA



ARENISCA CONGLÓMERÁTICA

Fig. III.9
Formación Caracol
Medida al Norte de las Hermanitas

III.2 ERATEMA CENOZOICA

DEPOSITOS RECIENTES

DEFINICION

Los depósitos continentales cuaternarios se han desarrollado en extensas áreas de la región estudiada. Se cartografiaron cinco diferentes depósitos recientes: aluvión, caliche, abánicos aluviales, lacustre y talud. Estas unidades se depositaron por acción de los agentes exógenos bajo un clima árido y se identificaron con base en su emplazamiento y su morfología.

DISTRIBUCION

Los depósitos recientes ocupan grandes extensiones, aproximadamente 78% del área de estudio, se encuentran en los valles y partes bajas de las sierras. La unidad más ampliamente distribuida es la de aluvión, seguida por caliche, abánicos aluviales, lacustre y de talud.

LITOLOGIA Y ESPESOR

Los aluviones y abánicos aluviales se componen de líticos de diversos tipos de rocas, con granulometría que varía de limos, arenas y gravas; la redondez de los fragmentos varía entre angulosos y subredondeados. Los aluviones forman planicies y rellenan los lechos de los arroyos; mientras que los abánicos bordean las prominencias orográficas alestiguando el carácter torrencial de las corrientes y lo desintegrado de la red hidrográfica.

Los depósitos de talud están formados por clásticos gruesos y angulosos poco transportados, acumulados al pie de las sierras de pendiente fuerte.

Los depósitos lacustres consisten de arcillas, limos, areniscas y diferentes sales minerales acumuladas en las depresiones de las cuencas endorreicas del área.

Los depósitos de caliche corresponden con horizontes petrocálcicos, que presentan diversas estructuras y que incluyen líticos de pedemat, caliza y arenisca.

El espesor de los depósitos recientes varía desde centímetros en las áreas cercanas a las sierras, hasta decenas de metros en las partes centrales de los valles.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS Y EDAD

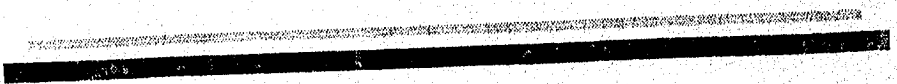
Cubren discordantemente a las diferentes unidades estratigráficas expuestas en el área.

Por su posición estratigráfica y por sus recientes y/o actuales procesos de formación, se les asigna una edad correspondiente al Cuaternario (Tabla 1).

AMBIENTE DE DEPOSITO

El medio de acumulación continental de estas unidades está implícito en su denominación.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL



IV. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

IV.1 DESCRIPCION Y ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS

En el área se identificaron estructuras plegadas correspondientes al sector transversal de la Sierra Madre Oriental, así como un sistema de fallas normales que dislocaron a las estructuras plegadas Fig IV.1.

De acuerdo a esto se tiene una sucesión de anticlinales ubicados hacia el extremo Norte del área (El Cardito), los cuales se describen a continuación:

IV.1.1 Anticlinales

ANTICLINAL EL MAGUEY

Se localiza en la porción NW de El Cardito, tiene una longitud de 5.0 km y un ancho de 6.5 km; anticlinal asimétrico y buzante al NE, con una orientación general NE 68° SW. Presenta plegamiento de segundo orden en ambos flancos. El anticlinal se encuentra dislocado en su porción sur por la Falla Los Palos.

Presenta un relieve irregular, con cordones serranos que tienen una orientación general NW 30° SE con una pendiente del 38 % hacia sur parte occidental entre las cotas 2130 y 2250. En su porción oriental, presenta una pendiente promedio del 10 % entre las cotas 2000 y 2130.

En el núcleo aflora la Formación Zuloaga y en los flancos se encuentran las formaciones La Caja, Taralsos, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura.

Se observan abundantes fracturas rellenas de calcita en las rocas de la Formación Zuloaga, en las demás unidades existen pero en menor cantidad y de dimensiones inferiores.

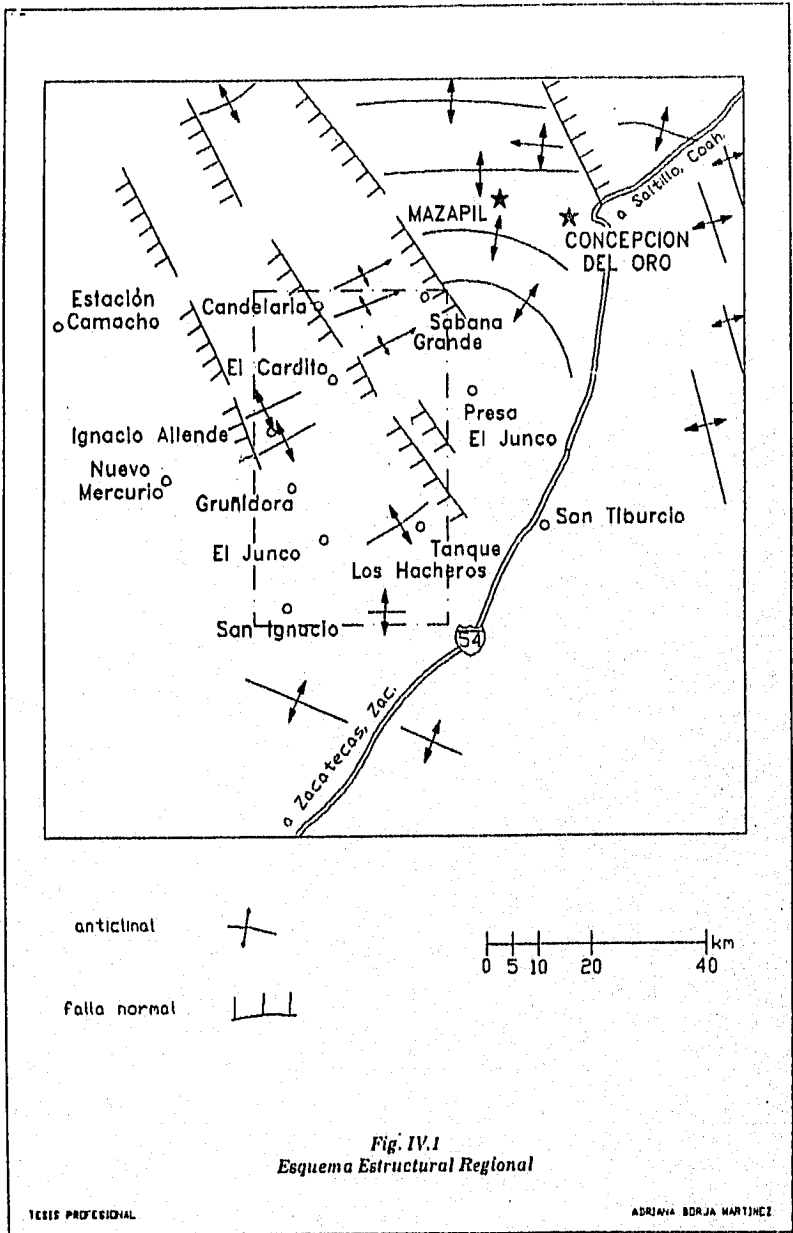


Fig. IV.1
Esquema Estructural Regional

TESIS PROFESIONAL

ADRIANA BORJA MARTINEZ

ANTICLINAL ADURAS

Localizado en la parte norte de la Sierra La Gruñidora (El Cardito); con una longitud dentro del área, de 2.5 km y un ancho de 3 km, ya que hacia el occidente continúa, en un anticlinal disarmónico y buzante, que tiene una orientación general NE 60° SW.

Se compone de lomeros irregulares, con pendiente promedio de 30% entre las cotas 2000 y 2100 en la porción occidental, y de un 8 % entre las 1900 y 2000 hacia el oriente. En el núcleo aflora la Formación Zuloaga y hacia los flancos las formaciones La Caja, Taraises y Tamaulipas Inferior, presenta plegamiento de segundo orden en las formaciones La Peña y Cuesta del Cura.

ANTICLINAL ISABEL

Se localiza en la parte central de la Sierra La Gruñidora (El Cardito), tiene una longitud dentro del área de 5.3 km y un ancho de 2.5 km, ya que se extiende hacia el oeste.

Plegue asimétrico, con una orientación general NE 72° SW, se encuentra dentro de una amplia sierra (Sierra Gruñidora), la cual se constituye por cordones serranos irregulares, con orientaciones diversas. La orientación general es NW 15° SE. Presenta pendientes del 38 % entre las cotas 2100 y 2250, y de un 10 % entre las 2000 y 2100, en el núcleo aflora la Formación Zuloaga y hacia sus flancos las formaciones La Caja, Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura.

Presenta abundantes fracturas rellenas de calcita en las formaciones Tamaulipas inferior y Zuloaga; en la última se observan líneas estrofiticas paralelas a la estratificación.

ANTICLINAL RINCON GRANDE

Se focaliza al SW del poblado Ignacio Allende, en la porción SW de la Hoja El Cardito; tiene una longitud de 2.5 km dentro del área y un ancho de 1.5 km.

Pliegue asimétrico, truncado en su porción oriental por una falla normal (Falla La Leona). El anticlinal tiene una orientación NE 55° SW. Constituye un cordón serrano ubicado en la parte sur de la Sierra Gruñidora; tiene una orientación general de noreste 50° suroeste; así como pendientes del 36% entre las cotas 2000 y 2200, y de un 10 % entre las 1900 y 2000, en el núcleo aflora la Formación Tamaulipas Inferior y hacia los flancos las formaciones La Peña, Cuesta del Cura e Indidura, se le observan fracturas rellenas de calcita en la Formación Tamaulipas Inferior y plegamiento disarmónico de segundo orden en la Formación Cuesta del Cura.

ANTICLINAL IGNACIO ALLENDE

Se localiza en la porción sur de la Sierra La Gruñidora (El Cardito). La estructura tiene un ancho de 1.7 km con una longitud de 6 km, dentro del área, ya que se extiende hacia el occidente.

Anticlinal asimétrico cerrado, cuyo eje presenta una orientación general NE 67° SW se compone de una sierra alargada de relieve medio; la cual tiene una pendiente promedio de 30% y una dirección preferencial NE 65° SW. En el núcleo aflora la Formación Tamaulipas Inferior y hacia sus flancos las formaciones La Peña, Cuesta del Cura e Indidura.

ANTICLINAL SAN ANTONIO

Se localiza en la porción norte de la Sierra El Toro (El Cardito). Tiene una longitud de 5.9 km y un ancho de 2.5 km.

Pliegue asimétrico y buzante; el anticlinal tiene una orientación NE 68° SW. Se forma de cuerpo serrano alargado con un relieve muy abrupto entre las cotas 2050 y 2300 donde presenta una pendiente promedio del 45 % y más suaves entre las cotas 1950 y 2050; las pendientes más fuertes se encuentran en la parte occidental. En el núcleo de la estructura aflora la Formación Nazas y donde existe mayor relieve aflora la Formación Zuloaga; en las partes de menor relieve (flancos del anticlinal) están expuestas las formaciones La Caja, Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura, dentro de las estructuras asociadas se relaciona con fracturas rellenas de calcita en rocas de las formaciones Zuloaga y Tamaulipas Inferior. Pliegues disarmónicos de segundo orden en la Formación Cuesta del Cura.

ANTICLINAL LOS PICACHOS

Se localiza en la porción norte de la Sierra Los Picachos (El Cardito). Tiene una longitud de 2.1 km y un ancho de 1.5 km.

Pliegue simétrico, con rumbo preferencial NE 65° SW. Se encuentra truncado en su flanco NE por la Falla El Yeso; se compone de cuerpos serranos alargados con parteaguas de diversas orientaciones. El relieve es contrastado entre las cotas 2100 y 2350 donde presenta una pendiente promedio del 45 %, y pendiente más suave en la porción oriental entre las cotas 1900 y 2100, en esta estructura aflora solamente la Formación Zuloaga.

Se observa un intenso fracturamiento y estilolitas paralelas a la estratificación.

ANTICLINAL EL AFINADOR

Se encuentra en la porción occidental de la Sierra Los Picachos (El Cardito); tiene una longitud de 1.5 km y un ancho de 1 km.

Pliegue simétrico, que se encuentra dislocado en su porción oriental por una falla normal (Falla Colorín). La estructura presenta una orientación general NE 68° SW, es un pequeño cordón serrano de dirección de NW 30° SW dentro de la Sierra Los Picachos. Su relieve es medio, con una pendiente de 25% en promedio, en el núcleo del pliegue aflora la Formación Zuloaga, hacia ambos flancos las formaciones La Caja, Taralses y Tamaulipas Inferior.

ANTICLINAL LOS HACHEROS

Se localiza al noreste de la población El Junco (El Junco). Tiene una extensión de 7 km de largo por 3 km de ancho.

Anticlinal asimétrico, con plegamiento de segundo orden en sus flancos y una orientación de NE 50° SW, se forma por cordones serranos alargados de orientación general NW 50° SE, con pendientes de hasta el 30% en las partes altas, y del 10% en las partes de menor cota; en el núcleo del anticlinal aflora la Formación La Caja; en sus flancos afloran las formaciones Taraises, Tamaulipas Inferior, La Peña y Cuesta del Cura.

Este anticlinal tiene pliegues de segundo orden en rocas de la Formación Cuesta del Cura y estilotitas paralelas a la estratificación en la Formación Tamaulipas Inferior.

ANTICLINAL LA FORTUNA

Se localiza a 13.5 km al SE de la población El Junco, tiene una longitud de 3.5 km y un ancho de 2.75 km.

Es un anticlinal asimétrico, con una orientación de este 0° oeste, se presenta en forma de lomeríos amplios con pendiente suave (10 % en promedio); en el núcleo (parte topográfica más alta), aflora la formación Cuesta del Cura, y hacia sus flancos, las formaciones Indidura y Caracol.

IV.1.2 SINCLINALES

Señ estructuras asimétricas y en su mayoría disarmónicas que se localizan entre los anticlinales antes descritos. En El Cardito, se reconocieron los siguientes sinclinales: El Carbonero que se localiza en la Sierra Aduas; el Sinclinal Rincón grande se encuentra al SW del poblado Ignacio Allende; el Sinclinal La Candelaria se reconoció al oriente del poblado homónimo y el Sinclinal Escobedo se localiza en la porción norte de la Sierra Los Picachos. Otras estructuras de este tipo se encuentran cubiertas por depósitos recientes.

IV.1.3 FALLAS

Con lo que respecta al sistema de fallas de identificaron 16 de tipo normal y una lateral diestra. Sus características de orientación y longitud se muestran en la siguiente tabla:

NOMBRE DE LA FALLA	LONGITUD EN METROS	ORIENTACION
1. LA PIEDRA	4200	NW 28° SE
2. LOS PALOS	3900	NE 86° SW
3. JABALINA	1800	NE 32° SW
4. LA LEONA	2600	NW 31° SE
5. LA CANDELARIA	6650	NW 38° SE
6. LA ROSITA	7400	NW 37° SE
7. EL TORO	3950	NE 48° SW
8. EL HERRERO	8350	NW 43° SE
9. EL YESO	2100	NW 80° SE
10. EL TIGRE	1800	NW 68° SE
11. COLORIN	1050	NE 33° SW
12. EL AGUA	1050	NW 26° SE
13. EL CARDITO	3900	NW 46° SE
14. LA PRESITA	9350	NE 67° SW
15. LA COMPUERTA	4100	NW 58° SE
16. DURAZNILLO	2500	NW 53° SE
17. EL MIMBRE	7500	NW 42° SE

Las fallas normales de mayor longitud se encuentran cubiertas por depósitos recientes, su existencia se infiere a partir de los alineamientos observados en los límites de las sierras y por las anomalías gravimétricas interpretadas a partir de la información presentada en el Prospecto Concepción del Oro, Zac. (COMESA, 1976). La mayoría de estas fallas, limitan a las sierras en su vertiente occidental, presentando una orientación preferencial NW 30° SE. Existen además otras fallas (como Los Palos y La Presita) con una orientación general NE 35° SW, que dislocan a las sierras (El Cardito) permitiendo la comunicación entre los valles.

La Falla El Toro, localizada al norte de la sierra homónima es una falla lateral diestra, con un desplazamiento neto de aproximadamente 600 m, dislocando el flanco norte del Anticinal San Antonio.

IV.2 ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS

Los pliegues y fallas descritos y las estructuras que se observan regionalmente, permiten reconocer dos fases tectónicas de deformación; una de carácter compresiva, la cual ocurrió primero, y la otra distensiva posterior.

Los rasgos estructurales expuestos, se encuentran principalmente en la secuencia de rocas marinas que comprende el lapso Jurásico Superior - Cretácico Superior.

IV.2.1 ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS PLEGADAS

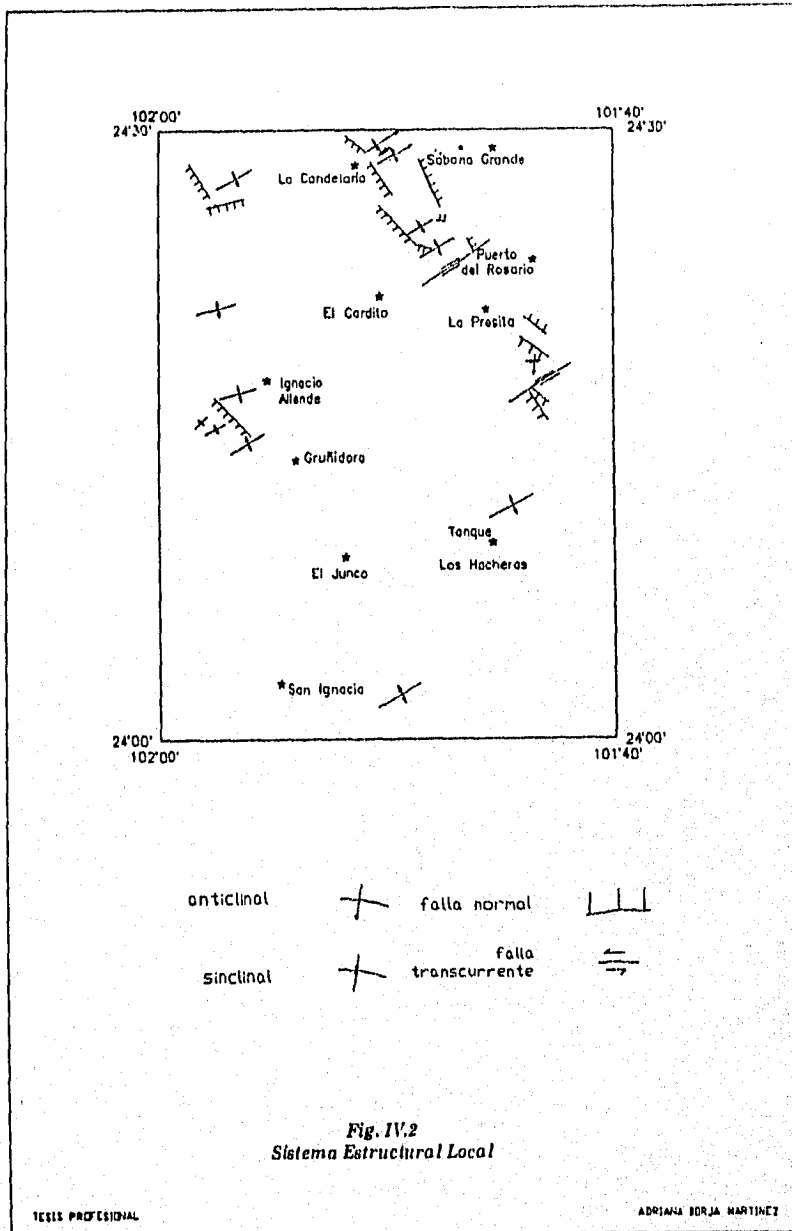
Para el análisis de las estructuras plegadas se dividieron en tres regiones principales.

SIERRA GRUÑIDORA

Esta sierra se compone de cordones montañosos irregulares, que para el presente análisis se ha dividido en dos zonas: zona norte la que incluye el anticlinal el Maguay y zona sur, que comprende los pliegues Santa Isabel, Aduas, Rincón Grande e Ignacio Allende.

La sierra presenta una orientación general NW 15 con estructuras sinclinales y anticlinales asimétricos y buzantes hacia el NE, dichas estructuras tienen una orientación general de NE64°. En los núcleos de los anticlinales aflora principalmente la Formación Zuluaga y/o la Formación Tamaulipas Inferior, mientras que hacia sus flancos afloran formaciones más jóvenes.

La Guirnalda de dispersión de polos obtenida mediante la estereofalsilla de Schmidt, para el anticlinal el Maguay (zona norte), define un plano con rumbo NW 37° e inclinación SW 86°, lo que estadísticamente representa la traza ciclográfica que expresa la familia de polos característicos de la estructura y mediante la cual se determinó la línea de charrela con una inclinación de 30° y una orientación de NE 52°, en tanto que hacia la zona sur, la traza ciclográfica tiene una orientación de NW 13° 69' al W lo que determina una línea de charrela de 21° de inclinación al NE 77° (Figura IV.2).



Esta sierra se encuentra dislocada por cuatro fallas normales La Piedra, La Leona, La Jabalina y los Palos

SIERRA TORO-LOS PICACHOS

Esta sierra presenta una orientación general de noroeste 35° y se encuentra compuesta de tres anticlinales (San Antonio, Los Picachos y El Afinador), tres sinclinales y dos sistemas de fallas normales, una con orientación preferencial noroeste y la otra orientación noroeste.

Los pliegues presentes son en su mayoría asimétricos buzantes hacia el noroeste y con una orientación preferencial de noroeste 67° , en sus núcleos aflora principalmente la formación Zuluaga mientras que hacia los flancos Formación Cuesta del Cura.

La parte Norte de la sierra Anticlinal San Antonio presenta una traza ciclográfica con una orientación NW 36° y una inclinación sureste 63° que determina una línea de charnela inclinada 27° al noreste 72° , como la define la guinalda de dispersión de orientación NW 18° , y una inclinación de 85° oeste (Figura IV.3).

SIERRAS EL JACALITO Y EL DURAZNILLO

La primera se divide en dos cordones unidos hacia la parte sur. La dirección de esta sierra es de NW 30° . La segunda (sierra el Duraznillo) se encuentra al sur de El Jacalito y separada por un pequeño valle. Estas sierras se encuentran afectadas por fallas de tipo normal con dirección preferencial NW 30° , que ponen en contacto a las formaciones Caja, con Cuesta del Cura y Tamaulipas con Cuesta del Cura.

Los rasgos estructurales expuestos se presentan principalmente en la secuencia de rocas marinas que comprende el lapso Jurásico Superior - Cretácico Superior.

La fase compresiva resultado del evento de deformación Laramide, generó estructuras con un estilo de deformación caracterizado por pliegues en su mayoría asimétricos que corresponden al Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental. Los pliegues muestran un comportamiento heterogéneo, con variaciones laterales en la geometría del plegamiento y en la orientación de los ejes estructurales. Se reconocen dos geometrías principales en el comportamiento estructural de

los pliegues, una con plegamiento bien desarrollado que corresponde con pliegues abiertos, y la otra con plegamiento ondulado de segundo orden, que se desarrolló en los flancos de los pliegues más grandes. El lapso en que ocurrió el evento de deformación compresivo, está comprendido entre el Maestrichtiano y el Eoceno; pues la formación más joven que muestra rasgos de este estilo, es la Formación Caracol.

Las estructuras generadas por compresión muestran características geométricas que las singularizan; del análisis de la roseta de rumbos de estratos que se realizó para los pliegues del área, se interpreta una orientación preferencial NE 72° 30' SW, y otra orientación aproximadamente perpendicular con dirección NW 27° 30' SR.

La diferencia del comportamiento estructural se interpreta como una respuesta diferencial de las distintas formaciones geológicas, ya que cada una de ellas tiene una respuesta mecánica diferente, al poseer características físicas distintas. Otro elemento que influyó en el estilo de deformación, fueron las rocas del basamento, ya que se comportan (mecánicamente) de forma distinta, y es a ese nivel donde ocurre el despegue con el correspondiente acortamiento y plegamiento de la carpeta sedimentaria marina fig IV.3.

IV.2.2 ANALISIS DE LAS ESTRUCTURAS DE FALLA

Con base en el análisis de las fallas normales y fracturas, se interpreta para el Cenozoico una fase de deformación distensiva que generó un sistema de fallas normales con una orientación preferencial NW 30° SE.

La traza ciclográfica que expresa la familia de polos y el polo beta de cada estructura analizada, define un eje vertical (círculo gráfico 90) que de acuerdo a la valuación estereográfica este tipo de resultados descubren un movimiento de rotación durante una falla normal listrica (Davis 1984). Con base a lo anterior las fallas antes mencionadas se considerarán de este tipo.

Este sistema originó el movimiento de grandes bloques, teniendo como consecuencia el basculamiento hacia el Oriente, de los pliegues del área. La inclinación de bloques ocasionó que en la porción oriental de los anticlinales afloraran las formaciones mesozoicas más jóvenes y en el occidente las más antiguas.

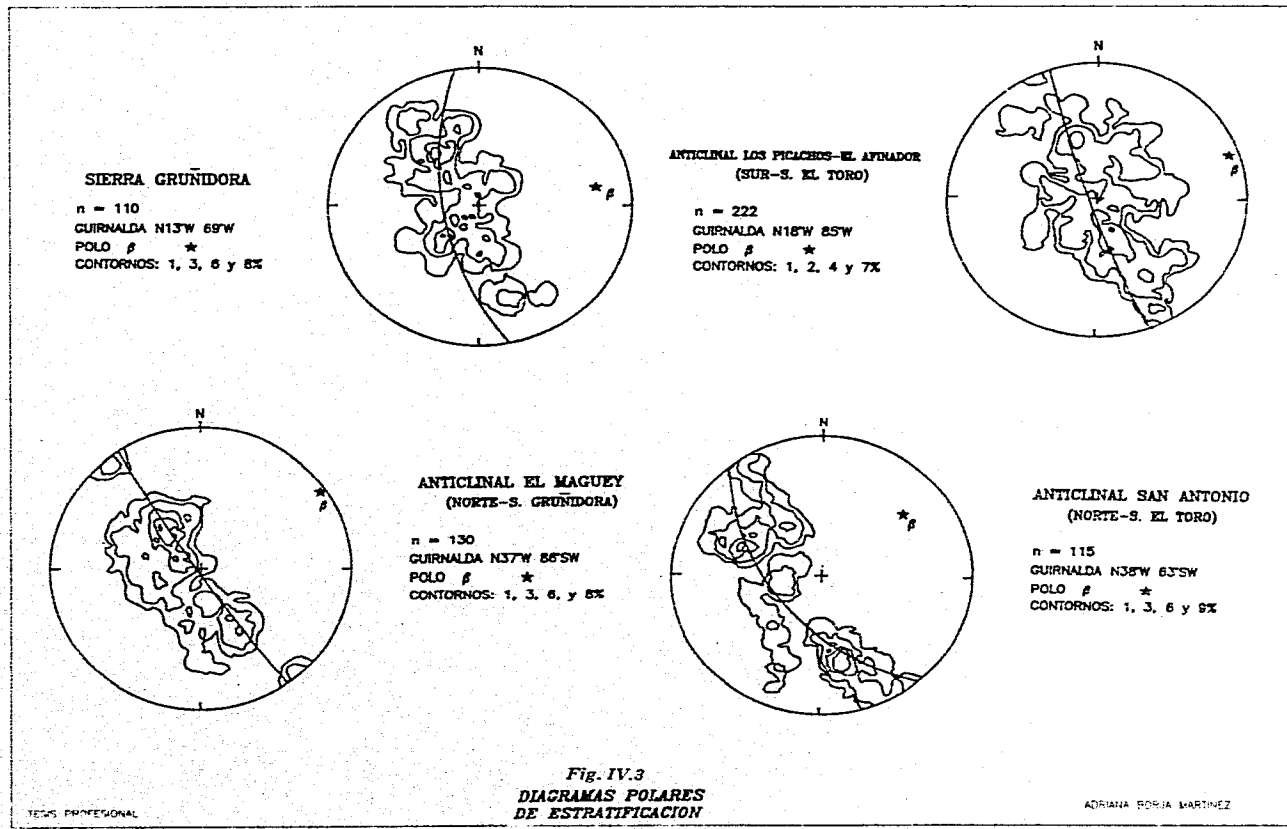
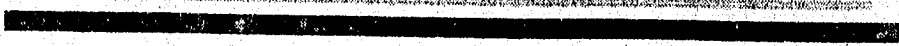


Fig. IV.3
DIAGRAMAS POLARES
DE ESTRATIFICACION

Existen otras fallas normales asociadas al régimen distensivo, las cuales tienen una orientación general NE 35° SW, a las que se les puede asociar el origen de los valles que cruzan las sierras, al ocasionar bloques hundidos (Figura IV.4).

GEOLOGIA HISTORICA



V. GEOLOGIA HISTORICA

De acuerdo a las condiciones estructurales y estratigráficas de la zona norte (caracterizada por Hernández Rivero 1993) y sur, es posible interpretar la evolución paleogeográfica de la zona de la siguiente manera:

Durante el Triásico Tardío ocurre la acumulación de un abanico marino hacia la periferia de la zona de margen continental de no colisión desarrollada al poniente de el super continente Pangea. El transporte tectónico de la secuencia triásica se llevo a cabo durante el proceso de "rifting" el cual separaría a Norteamérica de Sudamérica y Africa (Silva Romo 1993).

De acuerdo a Hay (1982), la sedimentación marina en el "riff" se manifestó al Oriente del Proto-Atlántico durante el Cárnico, de tal manera que la comunicación entre las aguas Tethysianas y Pacíficas ocurrió, en el poniente hasta el Jurásico Tardío, como resultado de la reorganización de las placas tectónicas. Se inicia el desarrollo de un arco volcánico del Jurásico Tardío - Cretácico Temprano y conforme evoluciona ésta divergencia Atlántica, ocurrió la apertura del Golfo de México.

A partir de este evento se inicia la evolución Geológica de la region la cual esta estrechamente relacionada a este proceso, dandose como resultado la formación de cuencas y pilares (grabens y horsts), que determinaron la distribución de las áreas continentales y marinas, y por lo tanto los patrones sedimentológicos del noreste de México (Padilla, 1982). La litología de la Formación Nazas en el área, y de la Formación Rodeo o Intrusivo Caopas al Norte, indican que durante el Triásico Tardío - Jurásico Medio, hubo una fuerte actividad Ignea asociada a un arco volcánico continental (Figura V.1), cuyo depósito se efectuó en un clima semiárido. El proceso cataclástico, caracterizado por un aspecto esquistoso, que registra la formación en algunos sitios, refleja una deformación de tipo transpresivo que ocurrió a fines del Jurásico Medio, el cual se asocia a rompimientos continentales durante la apertura del Golfo de México (López, 1986). El lapso Jurásico Interior no está representado en el área, por lo que infiere para entonces un período de erosión.

Durante la transgresión marina que se inicia al final del Oxfordiano, los mares cubrieron las zonas continentales dejando sólo un conjunto de islas y se instauró un ambiente de plataforma calcárea (Figura V.2). Con este evento ocurre el depósito de los sedimentos de la Formación

Zuloaga (Oxfordiano tardío - Kimmeridgiano temprano), en un mar relativamente somero, con clima cálido y con aporte de sedimentos clásticos arenosos al principio y horizontes arcillosos posteriormente. Esto último tiene estrecha relación con el proceso denudatorio a que estuvieron sujetas las islas del Jurásico Tardío.

Paulatinamente los mares siguieron profundizándose, adquiriendo características fisicoquímicas que propiciaron la acumulación de rocas calcáreo-arcillosas (Formación La Caja) con horizontes de losforita y abundante pedernal; de tal forma, que durante el Kimmeridgiano Tardío/Tithoniano el área se encontró en la transición entre aguas someras y profundas, en un ambiente reductor (Figura V.3).

Durante el Berriasiense - Valanginiense, la batimetría de los mares en el área era relativamente profunda, condición que se refleja por el carácter litológico de la Formación Taraises (Figura V.4).

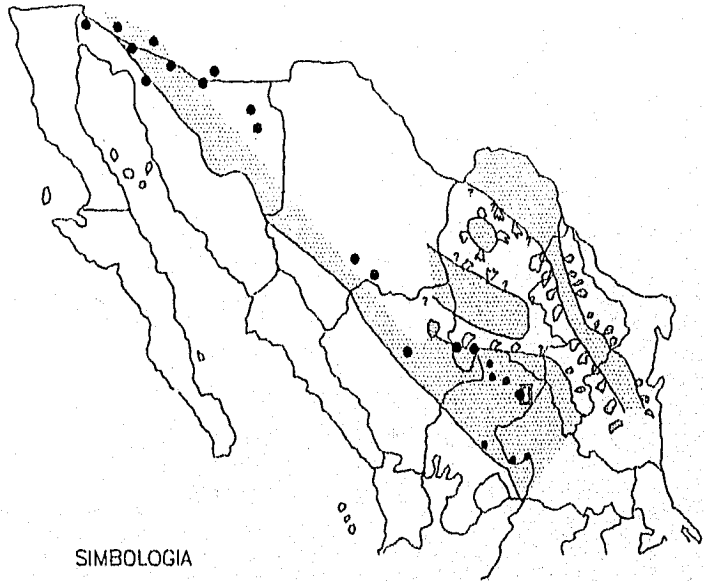
Posteriormente, a partir del Neocomiano Tardío, el régimen sedimentológico se modificó en el marco de una subsidencia continua, hasta que la transgresión cubrió totalmente la Isla de Valles - San Luis, en el Neocomiano Tardío - Aptiano Temprano. En los bordes de la isla se desarrollaron edificaciones arrecifales y hacia el Oriente se acumularon calizas pelágicas con nódulos y concreciones de hemalita de la Formación Tamaulipas Inferior (Figura V.5).

En el Aptiano Tardío, la sedimentación pelágica del área tuvo influencia terrígena, probablemente como consecuencia de la actividad volcánica en el Occidente, constituyendo así el horizonte de la Formación La Peña.






La sedimentación durante el Cretácico Temprano parece haber sido continua en el área de estudio y se infiere que las formaciones Taraises, Tamaulipas Inferior y La Peña fueron depositadas en aguas profundas.

La secuencia Albiano - Cenomaniano Temprano del área investigada, representada por la Formación Cuesta del Cura, indica condiciones pelágicas, y en el área de la antigua Isla de Valles - San Luis, corresponde a un complejo arrecifal de la Formación El Abra (Figura V.6).

PALEOGEOGRAFIA TRIASICO SUPERIOR - JURASICO MEDIO



SIMBOLOGIA

-  PILAR TECTONICO O AREA CONTINENTAL
-  LOCALIDAD DE LECHOS ROJOS
-  LOCALIDAD INFERIDA DE LECHOS ROJOS
-  SECUENCIA DE ARCO VOLCANICO CONTINENTAL
-  AREA DE ESTUDIO

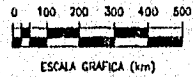
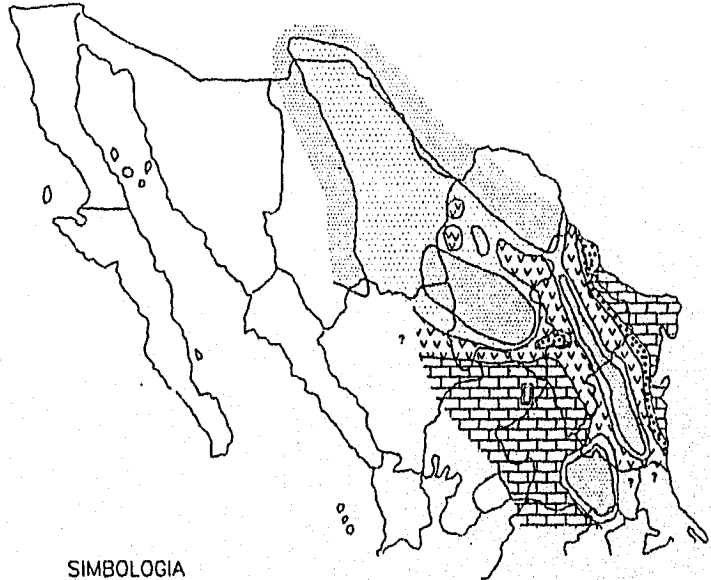








Fig. V.1

PALEOGEOGRAFIA

OXFORDIANO TARDIO - KIMMERIDGIANO TEMPRANO



SIMBOLOGIA

-  AREAS CONTINENTALES
-  TERRIGENOS (Fm. LA GLORIA)
-  EVAPORITAS Y CARBONATOS (Fm. OLVIDO)
-  CARBONATOS (Fm. ZULOAGA Y NOVILLO)
-  CAJIZAS OOLITICAS (Fm. ZULOAGA Y NOVILLO)
-  AREA DE ESTUDIO

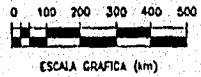
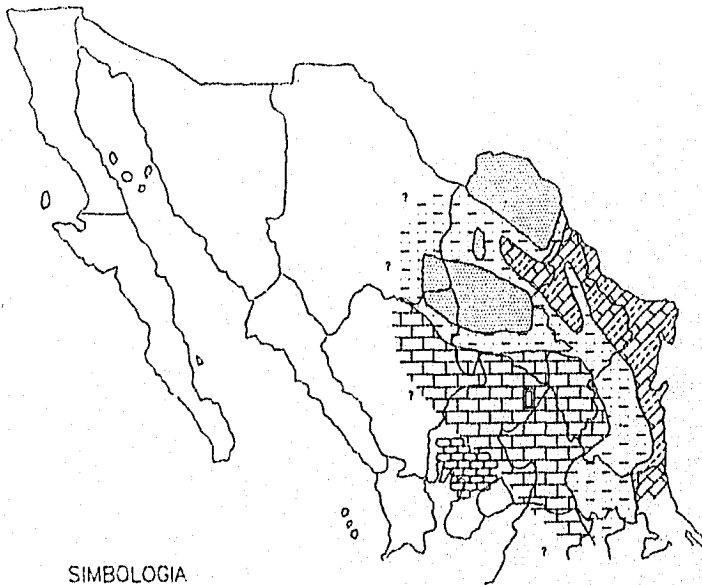








Fig. V.2

PALEOGEOGRAFIA

KIMMERIDGIANO TARDIO -- TITHONIANO



SIMBOLOGIA

-  AREAS CONTINENTALES
-  ARENSCAS Y LUTITAS (Fm. LA CASITA)
-  CARBONATOS Y LUTITAS (Fm. LA CAJA)
-  LUTITAS Y CARBONATOS (Fm. PIMIENTA)
-  PILLOW LAVAS
-  AREA DE ESTUDIO

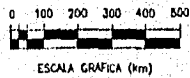









Fig. V.3

PALEOGEOGRAFIA BERRIASIANO - VALANGINIANO



SIMBOLOGIA

-  AREAS CONTINENTALES
-  CONGLOMERADOS, ARCOSAS
(HOSSTON, Sn. MARCOS, BARRIL VIEJO)
-  CARBONATOS CON ALGUNAS CAPAS DE LUTITAS
(Fm. TARAISES)
-  CARBONATOS Y LUTITAS (Fm. MENCHACA)
-  LUTITAS Y CARBONATOS (Fm. BARRIL VIEJO)
-  CARBONATOS DE AGUAS PROFUNDAS
-  AREA DE ESTUDIO

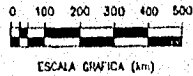
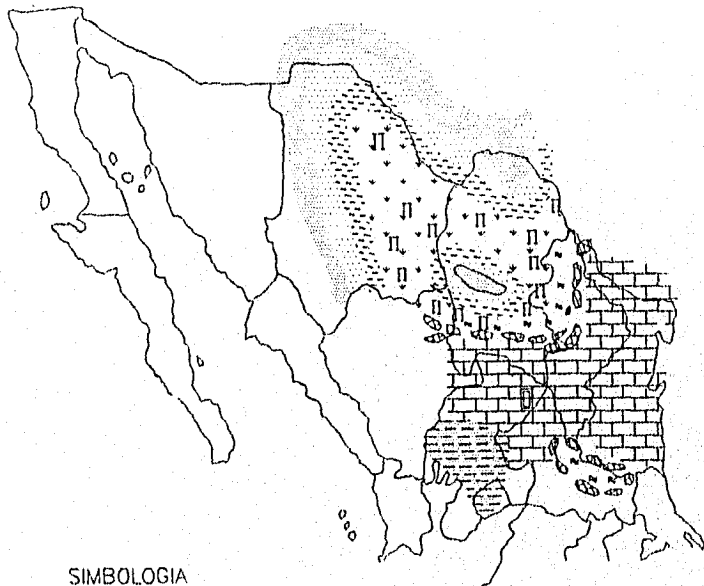











Fig. V.4

PALEOGEOGRAFIA

NEOCOMIANO TARDIO - APTIANO INFERIOR



SIMBOLOGIA

-  ARENAS CONTINENTALES
-  ARENSCAS (Fm. PATULA)
-  LUTITAS Y LIMOLITAS (Fm. LA MILA)
-  CARBONATOS, EVAPORITAS Y ARCILLA (Fm. LA VIRGEN)
-  CARBONATOS Y ALGUNAS EVAPORITAS (Fm. CUPIDO)
-  CARBONATOS DE AGUAS PROFUNDAS (Fm. TAMAUlipas INFERIOR)
-  ARRECIFES (Fm. CUPIDO)
-  SECUENCIA FLYSCH
-  AREA DE ESTUDIO

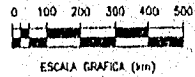
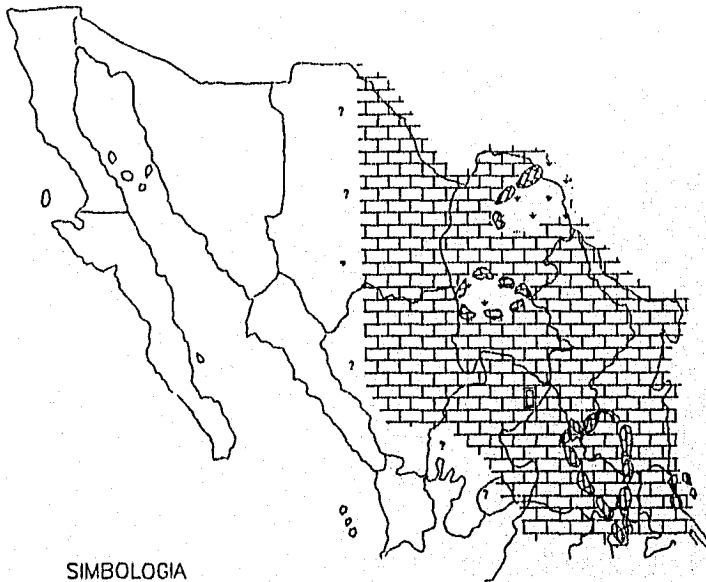






Fig. V.5

PALEOGEOGRAFIA ALBIANO - CENOMANIANO



SIMBOLOGIA

-  CARBONATOS Y EVAPORITAS (Fm. ACATITA, Fm. MCKNIGHT)
-  ARRECIFES (Fms. AURORA, PALA, VESCA Y EL ABRA)
-  CALIZAS (TAMAUULIPAS SUPERIOR, GLENN ROSE, CUESTA DEL CURA, Gpo. WASHITA)
-  AREA DE ESTUDIO (IN. CUESTA DEL CURA)

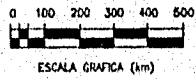


Fig. V.6

Hacia finales del Cenomaniano el aporte de terrígenos a la cuenca se incrementa notablemente, como se observa en la base de la Formación Indidura.

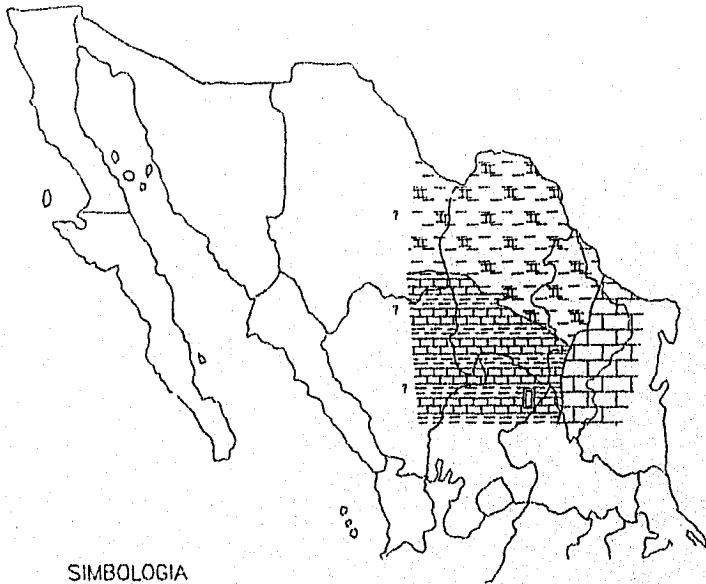
En el Turoniano Tardío, en el marco de una regresión, se instauró un régimen sedimentológico tipo flysch con aporte de material volcánico; este tipo de acumulación se desarrolló hasta el Campaniano (Formación Caracol) (Figura V.7).

Hacia finales del Cretácico e inicios del Terciario, ocurrió la deformación de las rocas del área, como respuesta a un cambio en la convergencia de las placas Farallón y Norteamericana. Se considera que la deformación empezó durante el Maestrichtiano y cesó antes del Eoceno (Figura V.8).





Posteriormente a la deformación compresiva, ya incorporada el área al ámbito continental, ocurrió un evento distensivo que provocó la dislocación en bloques y el basculamiento al Oriente del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental.

La historia reciente del área está expresada en la erosión de las partes topográficas altas, en la acumulación de abánicos aluviales, depósitos de caliche y sedimentación lacustre intermitente en las depresiones.

PALEOGEOGRAFIA TURONIANO



SIMBOLOGIA

-  LUTITAS Y CARBONATOS (EAGLE FORD)
-  CARBONATOS Y LUTITAS (Fm. INDIDURA)
-  CARBONATOS (Fm. AGUA NUEVA)
-  AREA DE ESTUDIO (Fm. INDIDURA)

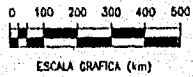


Fig. V.7

PALEOGEOGRAFIA

CRETACICO SUPERIOR (CAMPANIANO-MAESTRICHTIANO)

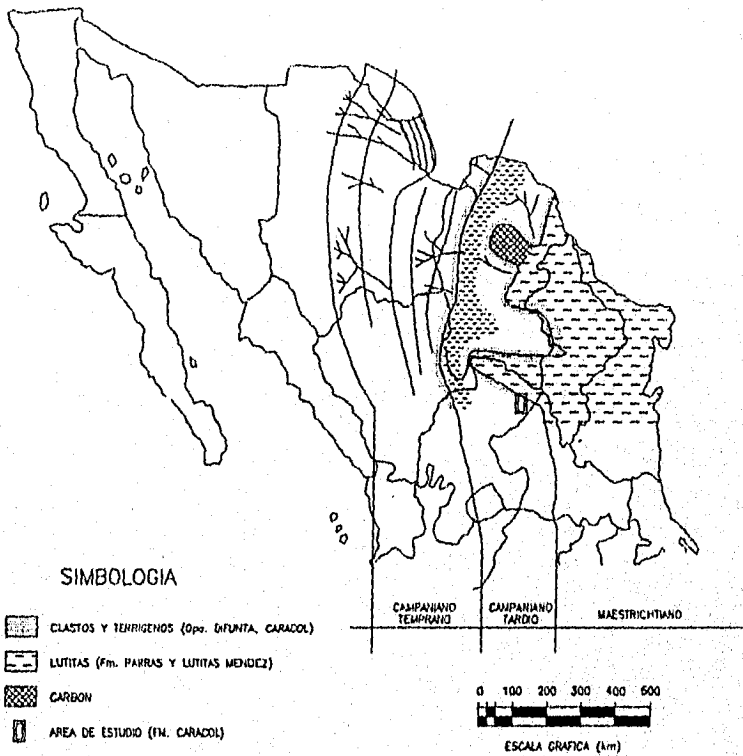


Fig. V.8

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES ESTRATIGRAFICAS

- Las rocas expuestas en el área de tesis se ubica en el lapso comprendido entre el Jurásico Medio y el Reciente.

- Se midieron 1224.5 m de la secuencia Mesozoica, en (la zona el Junco el espesor total de la secuencia es de 2022.5m; considerando la zona Norte (medida por Hernandez Rivero) y la sur.

El espesor total de la secuencia se estima en 2500 m.

FORMACION	DESCRIPCION	
NAZAS	Tobas cristalinas y líticas, derrames andesíticos areniscas y conglomerados estratificados. Ambiente continental asociado a un arco volcánico.	+ 290
ZULOAGA	Mudstone, wackestone y calizas arcillosas en estratos gruesos y masivos con horizontes con neritas. Ambiente marino de plataforma.	508
LA CAJA	Calizas, calizas arcillosas y limolitas calcáreas e estratos delgados, con horizontes de fosforita y bandas de pedernal. Ambiente marino de mar abierto.	6.5
TARAISES	Mudstone y wackestone, alternadas con caliza arcillosa en estratos medios, con nódulos de pedernal. Ambiente marino de profundidad media en mar abierto e condiciones anaerobias.	91.5
TAMAULIPAS INFERIOR	Estratos medios y gruesos de Mudstone y wackestone con nódulos de hematita y pedernal. Ambiente marino de aguas profundas en ambiente reductor.	308
LA PEÑA	Alternancia de calizas arcillosas, Wackestone y lutitas e estratos delgados, con nódulos y bandas de pedernal. Ambiente de mar abierto de aguas profundas con aporte de terrígenos de una región volcánica.	96
CUESTA DEL CURA	Wackestone en estratos delgados, laminados; con abundantes amonoides y delgadas bandas de pedernal. Ambiente de mar abierto con condiciones reductoras.	306
INDIDURA	Calizas arcillosas con intercalación de lutitas y esporádicos horizontes de limolitas calcáreas. Ambiente de mar abierto de aguas profundas con aportes de terrígenos.	+ 175.5
CARACOL	Alternancia de areniscas y lutitas tipo flysch; las areniscas presentan estratificación gradada y marcas de base. Ambiente de talud con características turbidíticas.	+ 231

- En las partes topográficas bajas existen depósitos recientes de abanicos aluviales, talud, caliche, lacustre y aluvión, cubriendo aproximadamente el 65 % del área.

CONCLUSIONES TECTONICAS

- Las estructuras del área reflejan dos fases tectónicas de deformación:

a) Una fase compresiva que ocurrió entre el Maestríchtiano y el Eoceno; esta fase plegó a la secuencia Jurásico Medio

- Cretácico Superior y generó un sistema de pliegue abiertos y asimétricos, con una orientación general noreste 72o sudreste, que corresponden con el sistema de pliegues de la porción Sur del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental.

- Los diferentes tipos de pliegues se explican como una respuesta diferencial de las distintas formaciones geológicas, al tener cada una de ellas distinta respuesta mecánica.

- Los pliegues buzan al Oriente como consecuencia del basculamiento originado por el sistema de fallas normales. Lo anterior se refleja en el hecho de que las rocas más antiguas (formaciones Nazas y Zuloaga) afloran en la parte occidental de los pliegues, y las jóvenes en el Oriente.

- Se interpreta para el lapso Jurásico Inferior - Jurásico Medio, una margen tectónica convergente, asociada a un arco volcánico continental, el cual generó la secuencia volcánica de la Formación Nazas (Hernandez Rivero 1993).

b) Una fase distensiva ocurrida en el Cenozoico, la cual generó el sistema de fallas normales NW 30o SE, que dislocó a la región en bloques inclinados al Oriente.

CONCLUSIONES PALEOGEOGRAFICAS

a) Triásico Tardío - Jurásico Medio.- Se característicos por una fuerte actividad ígnea asociada a un arco volcánico continental cuyo depósito se realizó un ambiente cálido.

b) Oxfordiano Tardío - Kimmeridgiano.- se presenta una transgresión marina, cubriendo el continente localizándose únicamente un conjunto de islas, predominando el ambiente de plataforma calcárea.

c) Kimmeridgiano Tardío - Tithoniano.- SE adquirieron características fisiográficas de transición entre aguas someras y profundas en un ambiente reductor.

d) Neocomiano Tardío.- Se modificó el marco de subsidencia continua y la transgresión cubrió totalmente las islas, desarrollándose en su periferia zonas arrecifales.

e) Aptasio Tardío.- La sedimentación tuvo influencias de la actividad volcánica.

f) Cenomaniano.- Para finales de este período se tiene aporte de terrígenos a la cuenca.

g) Turoniano Tardío.- Se manifestó un marco de regresión con un ambiente tipo flisch y aporte de material volcánico.

h) Cretácico (Mastrichtiano - Eoceno).- Se inicia el período de deformación de las rocas del área asociada como respuesta a un cambio en la convergencia de las placas Farallón y Norteamericana, posteriormente se realizó un evento distensivo que provoca el desplazamiento de los bloques

BIBLIOGRAFIA



BIBLIOGRAFIA

Aranda García, M. y Quintero L. 1978. Relaciones Estructurales entre los Sobrecorrimientos del Anticlinorio de Parras Sector Transversal y el Anticlinorio de Arteaga, Sierra Madre Oriental. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Aranda García M., 1982. Estudio estratigráfico. Prospecto Concepción del Oro. Informe Geológico IGZNE 461. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Arkeil, W. J., Kummel, B. y Wright, C. W. 1957. Mesozoic Ammonoidea. In R. C. Moore, ed. Treatise on Invertebrate Paleontology; part L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea. Geol. Soc. Amer. and Univ. of Kansas Press. pp. 80-465.

Bondelos, A. 1956. Notas sobre la Geología de la Sierra Madre Oriental en la sección Zimapán - Tamazunchale. Libro-Guía Excursión A-14 y C-6. XX Congreso Internacional.

Böse, Emil. 1923. Algunas Faunas Cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero. Inst. Geol. Mex. Vol. 42.

-----, 1907. Sobre las rocas fosforíticas de las Sierras de Mazepil y Concepción del Oro, Zacatecas. Paragones. Inst. Geol. Mex. Vol. 2, No. 1.

Campa, M. F. 1983. Tectono - Stratigraphic terranes and mineral resource distribution en Mexico. C.A.N.J. Earth S.C.I. Vol. 20. pp. 1040-1051.

Cantú-Chapa, C. M. 1969. Una nueva localidad Triásico Superior en México. Revista Inst. Mex. del Petrol. 1(2) pp. 71-72.

Carrasco V., B. 1977. Albian Sedimentation of submarine autochthonous and allochthonous carbonates, east edge of the Valles S.L.P. Platform, Mexico. I.M.P., S.E.P.M. Special publication No. 25. pp. 263-272.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Carrillo B., J. 1961. Geología del Anticlinorio de Itutzachal Peregrina al NW de Cd. Victoria, Tamaulipas. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. XIII.

-----, 1968. Reconocimiento Geológico Preliminar de la porción Central del Altiplano Mexicano. Informe Geológico No. G37. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1971. Carta Uso del Suelo El Junco (G14-C81). Escala 1:50,000. Secretaría de la Presidencia. México. Primera edición.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1976. Carta Uso del Suelo El Cardito (G14-C71). Escala 1:50,000. Secretaría de la Presidencia. México. Primera edición.

Coney, P. 1983. Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe. Revis. del Inst. Mex. Petrol. V. 15 No. 1.

Córdoba A., D. 1965. Hoja Apizolaya 13-N(9). Resumen de la Geología de la Hoja Apizolaya, Estados de Zacatecas y Durango. Carta Geológica de México. Serie de 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

Cuevas, P. E. 1980. Geología de la región San Martín-Sombrerete, Estados de Durango y Zacatecas, Méx. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. 32(2) pp. 59-74.

Damon, Paul E., Shafiqullah, Muhammad y Clark, Kenneth F. 1981. Evolución de los arcos magmáticos en México y su relación con la metalogénesis. Rev. Inst. Geol. Vol. 5. pp. 223-238.

De Cserna, Z. 1953. Structural Geology of Southeastern Coahuila and adjacent Parts of Nuevo Leon. Bull. Geol. Soc. America V. 64.

-----, 1956. Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México, entre Torreón y Monterrey, XX Congreso Geológico Internacional. 87 p.

-----, 1976. Geology of the Fresnillo Area, Zacatecas, Mex. Geol. Soc. Amer. Bull. V. 87, No. 8 pp. 1191-1199.

De la Fuente, J. M. 1970. Exploración Geológica del área Venegas S.L.P. y San Tiburcio, Zac. Informe Geológico No. 537. Petróleos Mexicanos. Inédito.

De la Garza, N. 1976. Estudio Geológico de la Hoja Cedros, Zac.
Tesis profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Demont A., Robin C. 1976. Las facies del vulcanismo en México, una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. Rev. Inst. Geol. No. 75(1).

Díaz, L. R. y Linh, H. L. 1973. Estudio Geológico de la parte nororiental de la Sierra de San Julián, Municipio de Melchor Ocampo, Edo. de Zacatecas. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Dirección General de Geografía, 1981. Carta de Climas Guadalajara. Esc. 1:1,000,000. Primera Edición.

Enciso de la Vega, S. 1968. Resumen de la geología de la Hoja Cuencamé. Carta Geológica de México. Serie Esc. 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

Enos Paul. 1983. Late Mesozoic Paleogeographic of Mexico. Rocky Mountain Section. S.E.P.M. M. W. Reynolds and E. D. Dolly Editors.

EXPLODER, S.A. 1988. Prospecto Banderillas, Estados de Zacatecas y San Luis Potosí. Informe Geológico Final IGZN 687. Coordinación Ejecutiva de Exploración. Gerencia de Operación Geológica. Coordinación Regional de Exploración Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1972. Estudio Geológico del Prospecto Parras-Viesca. IGZN 696. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1975. Estudio Geológico del Prospecto Cedros, Estado de Zacatecas. IGZNE 388. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1976. Estudio Geológico del Prospecto La Mancha, Estado de Durango. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1977-1978. Estudio Geológico del Pros- pecto Melchor
Ocampo Cuéncame, Estados de Coahuila y Durango. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1979. Prospecto Concepción del Oro. IGZNE, 292. UNAM,
inédito.

Facultad de Ingeniería. 1979-1980. Estudio Geológico del Prospec- to Galeana,
Estado de Nuevo León. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1981-1982. Estudio Geológico del Prospec- to La Presa de
Montemorelos Sur, Estados de Nuevo León y Coahuila. U.N.A.M. Inédito.

Facultad de Ingeniería. 1988. Estudio Geológico del Prospecto Ramos. Area
Matehuala-Río Grande. IGZN 696. U.N.A.M. Inédito.

Floros, R. Estudio Tectónico Estructural del área Torreón-Sal tillo-Concepción del Oro.
Subdirección de Tecnología de Exploración. Instituto Mexicano del Petróleo. Inédito.

García C., J. 1968, Hoja El Salado 14R-J(11). Resumen de la
Geología de la Hoja El Salado, Estados de Zacatecas y San Luis Potosí. Serie Esc.
1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

....., 1976. Investigación Hidrogeológica de la Región de el Cardito,
Zacatecas. Bol. Inst. de Geol. No. 98. U.N.A.M. 101 p.

....., 1978. Hoja Santa Rosa 14R-J(12). Resumen de la Hoja Sta. Rosa.
Estados de Nuevo León y San Luis Potosí. Serie 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

García D., G. 1970. Reconocimiento y evaluación geológica petro lera de Área I, del
Prospecto General Cepeda, Coahuila - Concepción del Oro, Zacatecas. Informe Geológico Zona
Noreste No. 201. Petróleos Mexicanos. Inédito.

García D., G. 1970. Reconocimiento y evaluación geológica petrolera de área II y III del Prospecto General Cepeda, Coahuila - Concepción del Oro, Zacatecas. Informe Geológico Zona Noreste No. 584. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Garza, G. R. 1973. Modelo Sedimentario del Albiano - Cenomaniano en la porción sureste de la Plataforma de Coahuila. Prospecto Parras, Estado de Coahuila. Asoc. Mex. de Geol. Petrol. Vol. XXV. No. 7 y 9.

-----, 1976. Bosquejo Geológico de la Zona Noreste. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. V. XXVIII. Nos. 1 y 2. pp. 1-49.

GYMSA. 1983. Exploración Geológica Petrolera de detalle estructural. Prospecto Cedros, Zacatecas. Informe Geológico Zona Noreste No. 440. Petróleos Mexicanos, Zona Noreste. Inédito.

Hermoso de la T., C. 1969. Reconocimiento Geológico de la parte media de la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Cuenca Salinas-Ramos. Hojas México K-6, K-7, L-6, L-7, L-8 y L-9. Informe Geológico Final IGZN 536. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Hernández Rivero Ma de la Paz ; 1993; Tesis Profesional; Fac. Ingeniería .

Herran M., S. 1968. Estudio Geológico de las Sierras de Santa Rita, La Centella y el Barroso, Municipio de Concepción del Oro y Mazapil, Estado de Zacatecas. Tesis Profesional, Inédito.

-----, 1944. Cretaceous formations of Central America and Mexico. Bull. of the Am. Asoc. of Petrol. Geol. V. 28, Num. 8. 1169 p.

I.N.E.G.I. 1991. X Censo de Población y Vivienda, 1990. México.

I.N.E.G.I. 1988. Zacatecas, cuaderno de información básica para la planeación municipal. México.

I.N.E.G.I. 1991. Zacatecas, estadísticas económicas. Resultados oportunos del Estado de Zacatecas. I.N.E.G.I. Aguascalientes.

Informe final del pozo exploratorio Banderillas No. 1. Superintendencia General de Distritos de Exploración Petrolera. Distrito San Luis Potosí. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Informe final del pozo exploratorio Taponá No. 1. Superintendencia General de Distritos de Exploración Petrolera. Distrito San Luis Potosí. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Jones, T. S. 1938. Geology of the Sierra de La Peña and Paleontology of the Indidura Formation. Bull. Geol. Soc. America, V. 49. pp. 69-150.

Kellum, L. B. 1936. Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico. Parte I. Geol. Soc. Am. Bull. V. 47. pp. 969-1008.

Ledezma G., O. 1967. Hoja Parras 13R-116). Resumen de la geología de la Hoja Parras, Estados de Coahuila, Durango y Zacatecas. Carta Geológica de México. Serie Esc. 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

Libreto Guía de la Excursión C-3. 1956. Geología a lo largo de la carretera entre México, D. F. y Saltillo, Coeh. Distritos mineros de Guanajuato, Gto. y Avalos-Concapción del Oro-Mazapil, Zac. Minas de carbón de Monclova y Nueva Rosita, Coahuila. Excursión C-3. XX Congreso Geológico Internacional. Soc. Geol. Mex. México.

Libreto Guía. 1982. Excursión Geológica a la Cuenca Mesozoica del centro de México. Estados de San Luis Potosí y Zacatecas. VI Convención Geológica Nacional. Soc. Geol. Mex. 16p.

López O., E. y Mandujano, J. 1987. Estudio estratigráfico-sedimentológico del Jurásico Superior en el sur de la Provincia Geológica de Torreón, Zona Norte. C-3024. Instituto Mexicano del Petróleo.

López R., E. 1964. Posibilidades Petrolíferas en el antiplano Mexicano. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. 16. Nos. 1 y 2.

..... 1981. Paleogeografía y tectónica del Mesozoico de México. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. Vol. 5. No. 2. pp. 158-177.

Los Municipios de Zacatecas. Enciclopedia de los Municipios de México. Centro Nacional de Estudios Municipales. Secretaría de Gobernación y el Gobierno del Estado de Zacatecas. 1a. Edición. 1987.

Mapes V. 1964. Geología y Yacimientos Minerales del Distrito de Concepción del Oro. y Avalos, Zac. Publicación 10 E. C.R.N.R.

Martínez C., A. y Malpica C., R. 1983. Estudio Estratigráfico- sedimentológico de la Formación Zacatecas en la Cuenca del Centro de México. Proyecto No. C-1134. Subdirección de Tecnología de Exploración. Instituto Mexicano del Petróleo. Inédito.

Martínez P., J. 1972. Exploración Geológica del área Estribos de San Francisco, S.L.P. (Hojas Le-8 y Le-9) Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. v. 24. N. 7-9.

Martínez R., V. 1978. Estudio Geológico de la Hoja Melchor Ocampo, Estados de Coahuila y Zacatecas. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Mauvois, R. 1977. Cabalgamiento Mioceno (?) en la parte centro meridional de México. Rev. Inst. Geol. Vol. 1. No. 1. pp.48-63.

Mayer P., R. 1967. Hoja Viesca 13R-1(5) con resumen de la geología de la Hoja Viesca, Estados de Coahuila y Durango. Carta Geológica de México. Serie 1:100,000. Inst. Geol. U.N.A.M.

McDowell, F. W. and Keizer, R. P. 1977. Timing of mid tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan. Mexico. Geol. Soc. Amer. Bull. v. 88. pp. 1479-1487.

Mendoza Hernández, V. P. 1987. Actualización Geológica Prospecto "San Tiburcio". Informe Geológico Final IGZN 682. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte, Petróleos Mexicanos. Inédito.

....., 1989 (b). Secuencia Estratigráficas Invertidas en el Área de la Presa El Junco, Estado de Zacatecas. Rev. Inst. Geol. Vol. 8. No. 1. U.N.A.M. pp. 52-57.

....., 1986. Breve revisión sobre la evolución tectónica de México. Geofísica Internacional. Vol. 25. No. 1. pp. 9-38.

Padilla y Sánchez, R. J. 1978(a). Geología y Estratigrafía (Cretácico Superior), del límite suroeste del Estado de Nuevo León. Rev. Inst. de Geol. U.N.A.M. Vol. 2 No.1 pp. 37-44.

....., 1978(b). Bosquejo Geológico Estructural de la Sierra Madre Oriental en el área Linares-Galeana-San Roberto, Estado de Nuevo León. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. Vol. 2 No.1. pp. 45-54.

....., 1986. Post-Paleozoic tectonics of northeast México and its role on the evolution of the Gulf of México. Geofísica Internacional. Vol. 25. No. 1. pp. 157-209.

Palazuelos C. R. 1969. Exploración geológica del área Laguna Seca Real de Catorce. Hojas J-8 y J-9. Informe Geológico Final IGZN 534. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Pantoja Alor, J. 1963. Hoja San Pedro del Gallo 13 R-K (13) con resumen de la geología de la Hoja San Pedro del Gallo. Serie 1:100,000. Inst. de Geol. U.N.A.M.

Raisz, E. 1964. Landforms of Mexico (map). 2nd., Cor. Ed. Cambridge, Massachusetts.

Reyes Cortés, I. A. 1976. Estudio Geológico de la Sierra de la Candelaria, Edo. de Coahuila y sus implicaciones en la Geología Regional. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Rodríguez, C. H. 1971. Reconocimiento geológico de la margen occidental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Hojas México M-6, M-7, M-8, M-9, N-8 y N-9. Informe Geológico 541. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

....., 1972. Medición de secciones estratigráficas en las porciones central y oriental de la Cuenca Mesozoica del Centro de México. Prospecto Zacatecas y San Luis Potosí. Informe Geológico Final IGZN 551. Prospecto Zacatecas y San Luis Potosí. Superintendencia General de Exploración. Zona Norte. Petróleos Mexicanos. Inédito.

Rogers, C. L., De Cserna, Z., Talavera, E. y Ulba, S. 1957. Geología general y depósitos de fosfato de Concepción del Oro, Zacatecas. México. Bol. C.R.N.N.R. No. 38. 152p.

Rogers, C., De Cserna, Z., Talavera, E. y Ojeda, R. 1961. Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes de Coahuila, Nuevo León y S.L.P. C.R.N.N.R. Bol. 56. 322 p.

Servais, M., Cuevas, P. E. y Monod, O. 1986. Une section de Sinaloa a San Luis Potosí; nouvelle approche de volution du Mexique nord-occidental. Bull. Soc. Géol. France (8). T. II. No. 6 pp. 1033-1047.

Silva-Romo, G. 1988. Amonoideos del área Moctezuma-Sallnas, esta dos de San Luis Potosí y Zacatecas. Rev. Soc. Mex. de Paleon. V.1, No. 1.

Silva-Romo, G. 1993. Estudio de la Estratigrafía y estructuras tectónicas de la Sierra de Sellnas, Estsdos de San Luis Potosí y Zacatecas; Tesis de Maestría; Fac. de Ingeniería UNAM.

Síntesis Geográfica de Zacatecas. S.P.P.-I.N.E.G.I., México 1981. 222 p.

Spath, L. F. 1925. Ammonites and Aptychi (from Somaliland). Mon. Hauterivian Mus. Univ. Glasgow, 1, pp. 111-164.

Stephenson. 1921. Geology of the Tampico region México. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. V. 20.

Suter, M. 1984. Cordilleran Deformation along the eastern edge of the Valles-San Luis Potosí carbonate platform Sierra Madre Oriental fold-thrust belt, east-central México. Geol. Soc. of America Bull. V. 45. No. 12.

Tardy, M., Sigal, J. y Glacon, G. 1974. Bosquejo sobre la estratigrafía y la Paleontología de los flysch Cretácicos del sector transversal de Parras, Sierra Madre Oriental, México. Serie de divulgación No.2. Inst. Geol. U.N.A.M.

Tardy M. y Ruiz B. 1974. Sobre la Observación directa del "Decollement" de la Cobertura Mesozoica del Sector Transversal de Parras, sobre el flanco Oriental del Anticlinal de San Julián, Sierra Madre Oriental. Estado de Zacatecas, México. Serie Divulgación No. 2. Inst. de Geol. U.N.A.M. pp. 29-37.

Tardy, M., Ramírez R., C. y Patiño A., M. 1976. El frente de la Napa de Parras (Conjunto Cadena Alta-Altiplano central), en el área de Aramberri, Nuevo León, Sierra Madre Oriental, México. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M.

Tardy, M. y Maury, R. 1978. Sobre la presencia de elementos de origen volcánico en las areniscas de los flyschs de edad Cretácico Superior de los estados de Coahuila y de Zacatecas, México. Bol. Soc. Geol. Mex. Vol. 34. No. 1 y 2.

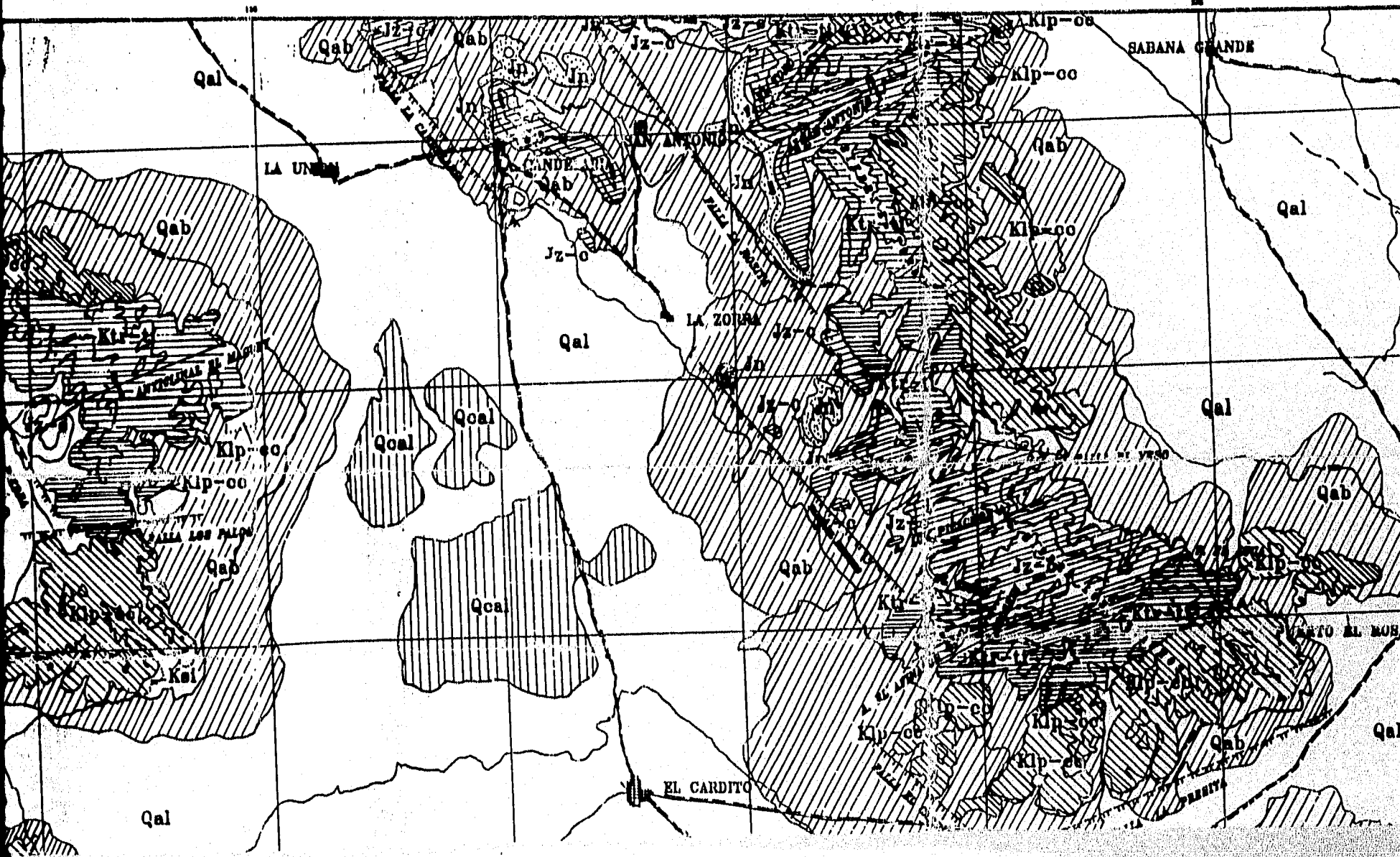
Trujillo C., J. 1968. Reconocimiento geológico de las sierras de El Sañtillo, El Gallo y Rodríguez, Municipios de Venegas, S.L.P. y Concepción del Oro, Zac. Boletín Geología y Metalurgia U.A.P. Tomo II. Num. 17 Julio, Agosto y Septiembre.

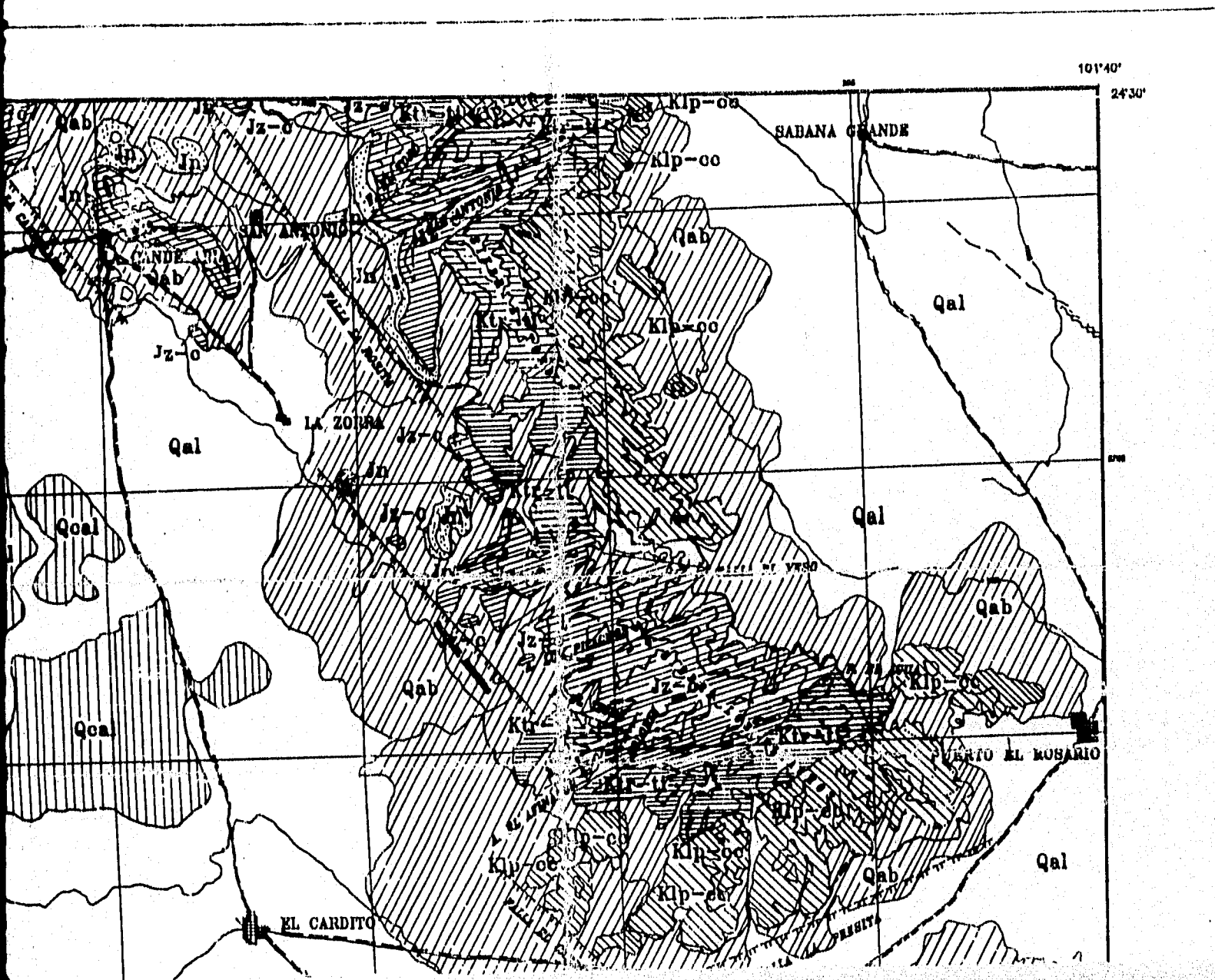
Van Vloten, R. Geology of the border region between Coahuila and Zacatecas, México, Leidse Geologische Mededelingue. V. 19. pp. 111-166.

Vázquez R., R. 1990. Estudio geológico general del área de Pico de Teyra, Zacatecas. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Vassallo, L. y Vólez, D. 1975. Geología de la Hoja Sierra Zuloaga, límite Coahuila-Zacatecas. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. Inédito.

Zarate del Vallo, P. 1982. Geología y análisis metalogénico de la Sierra de Catorce,
S. L. P. Bol. Soc. Geol. Mex. TOMO XLII, No. 1, pp. 1-21.





LEY

COLUMNA

Q CALICHE _____

Q ALUVION _____

Q LACUSTRE _____

Q ABANICO ALUVIAL _____

K CARACOL _____

K INDIDURA _____

K CUESTA DEL CURA _____

K LA PEÑA _____

K TAMAULIPAS INFERIOR _____

K TARAISES _____

J LA CAJA _____

J ZULOAGA _____

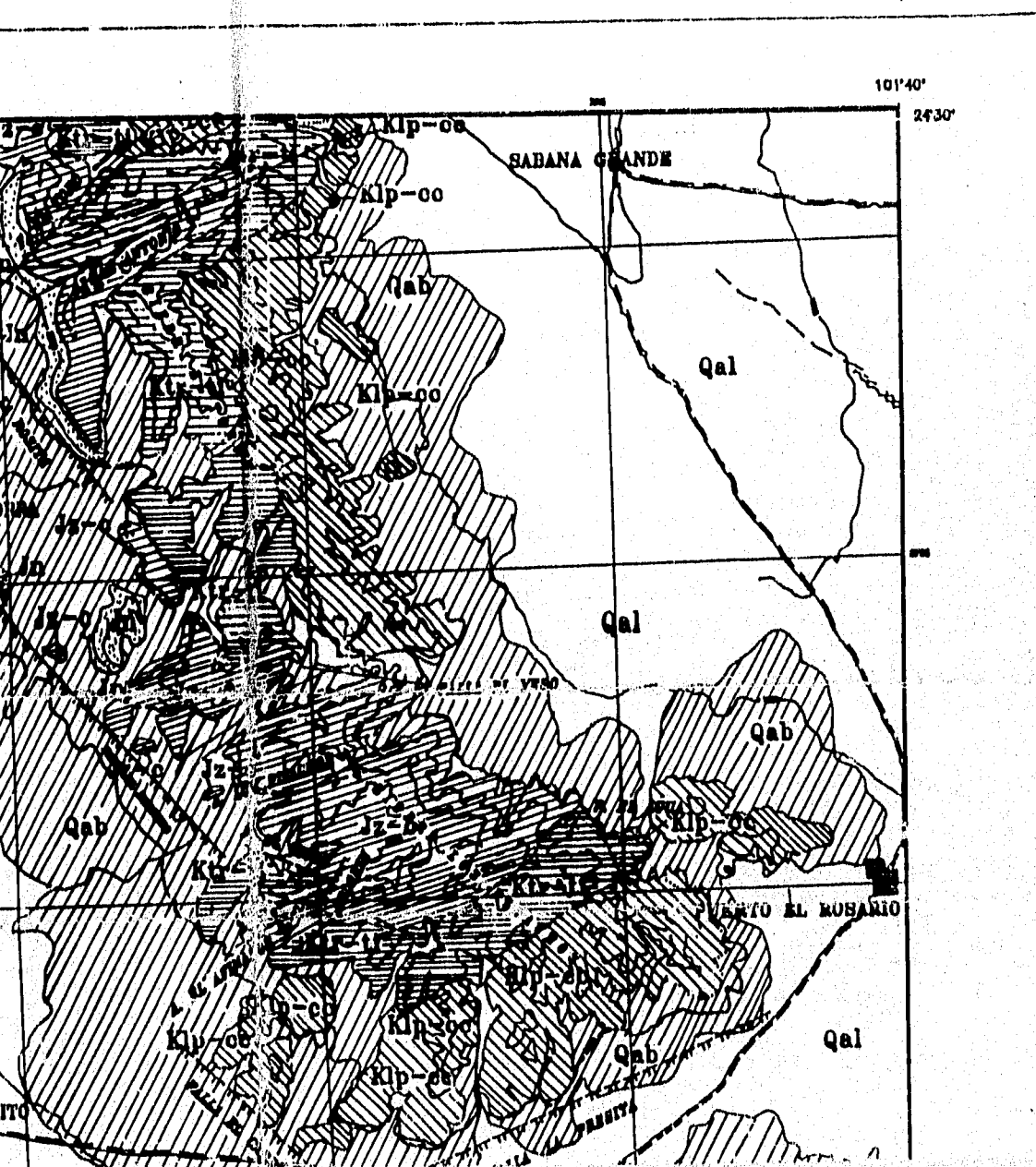
J NAZAS _____

ANTICLINAL _____

ANTICLINAL BUZANTE _____














SINCLINAL _____

FALLA NORMAL _____







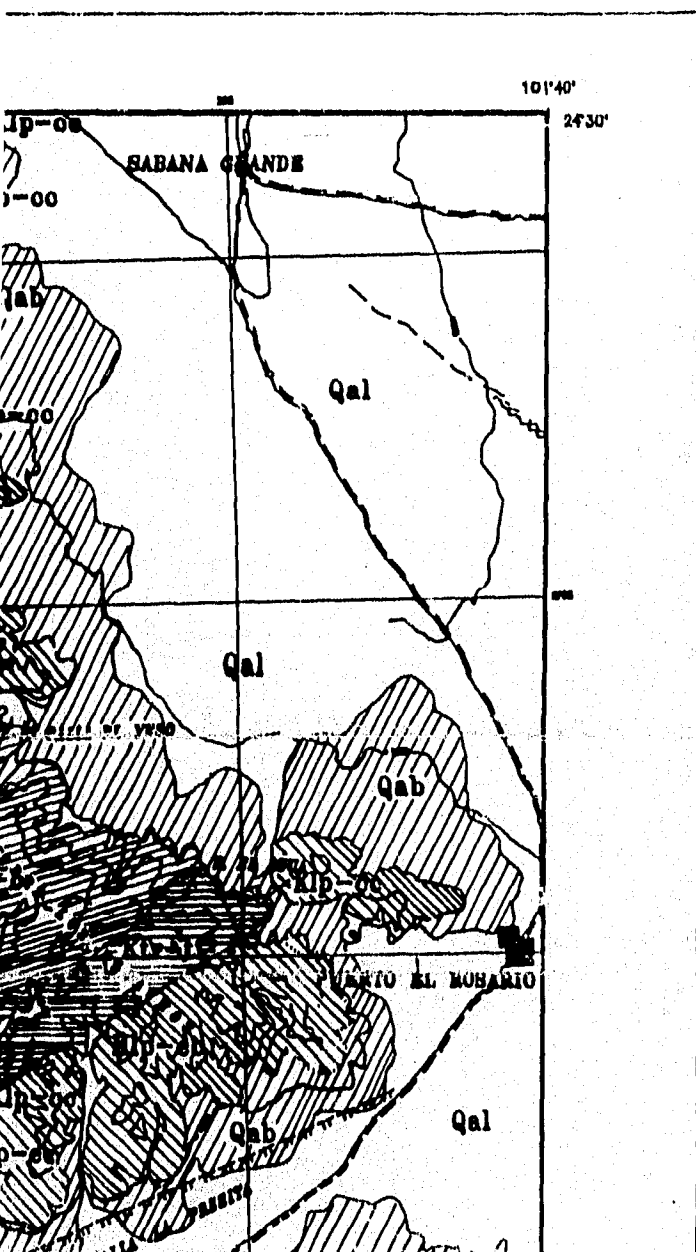
LEYENDA

COLUMNA GEOLOGICA

Q CALICHE	_____	
Q ALUVION	_____	
Q LACUSTRE	_____	
Q ABANICO ALUVIAL	_____	
K CARACOL	_____	
K INDIDURA	_____	
K CUESTA DEL CURA	_____	
K LA PEÑA	_____	
K TAMAULIPAS INFERIOR	_____	
K TARAISES	_____	
J LA CAJA	_____	
J ZULOAGA	_____	
J NAZAS	_____	














SIMBOLOCIA

ANTICLINAL	_____	
ANTICLINAL BUZANTE	_____	
SINCLINAL	_____	
FALLA NORMAL	_____	







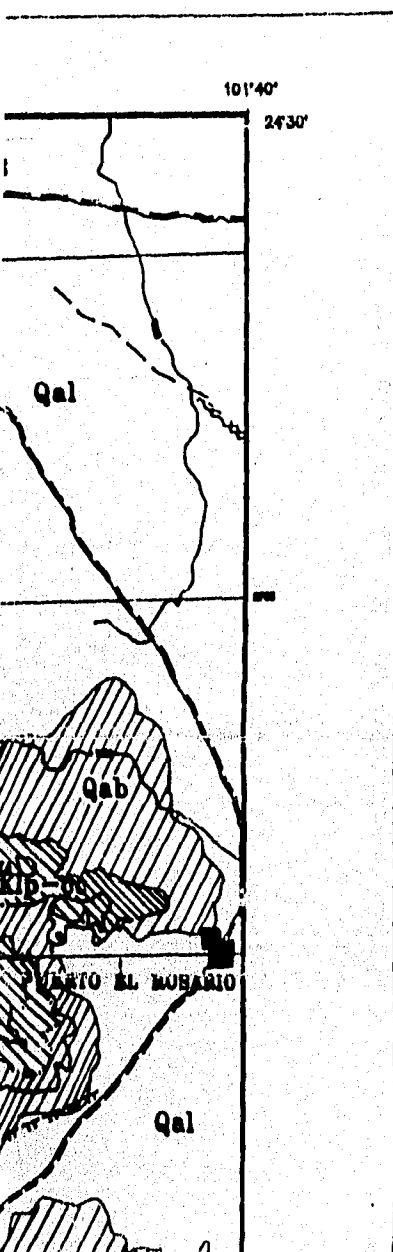
LEYENDA

COLUMNA GEOLOGICA

Q CALICHE	_____	
Q ALUVION	_____	
Q LACUSTRE	_____	
Q ABANICO ALUVIAL	_____	
K CARACOL	_____	
K INDIDURA	_____	
K CUESTA DEL CURA	_____	
K LA PEÑA	_____	
K TAMAULIPAS INFERIOR	_____	
K TARAISES	_____	
J LA CAJA	_____	
J ZULOAGA	_____	
J NAZAS	_____	














SIMBOLOCIA

ANTICLINAL	_____	
ANTICLINAL BUZANTE	_____	
SINCLINAL	_____	
FALLA NORMAL	_____	







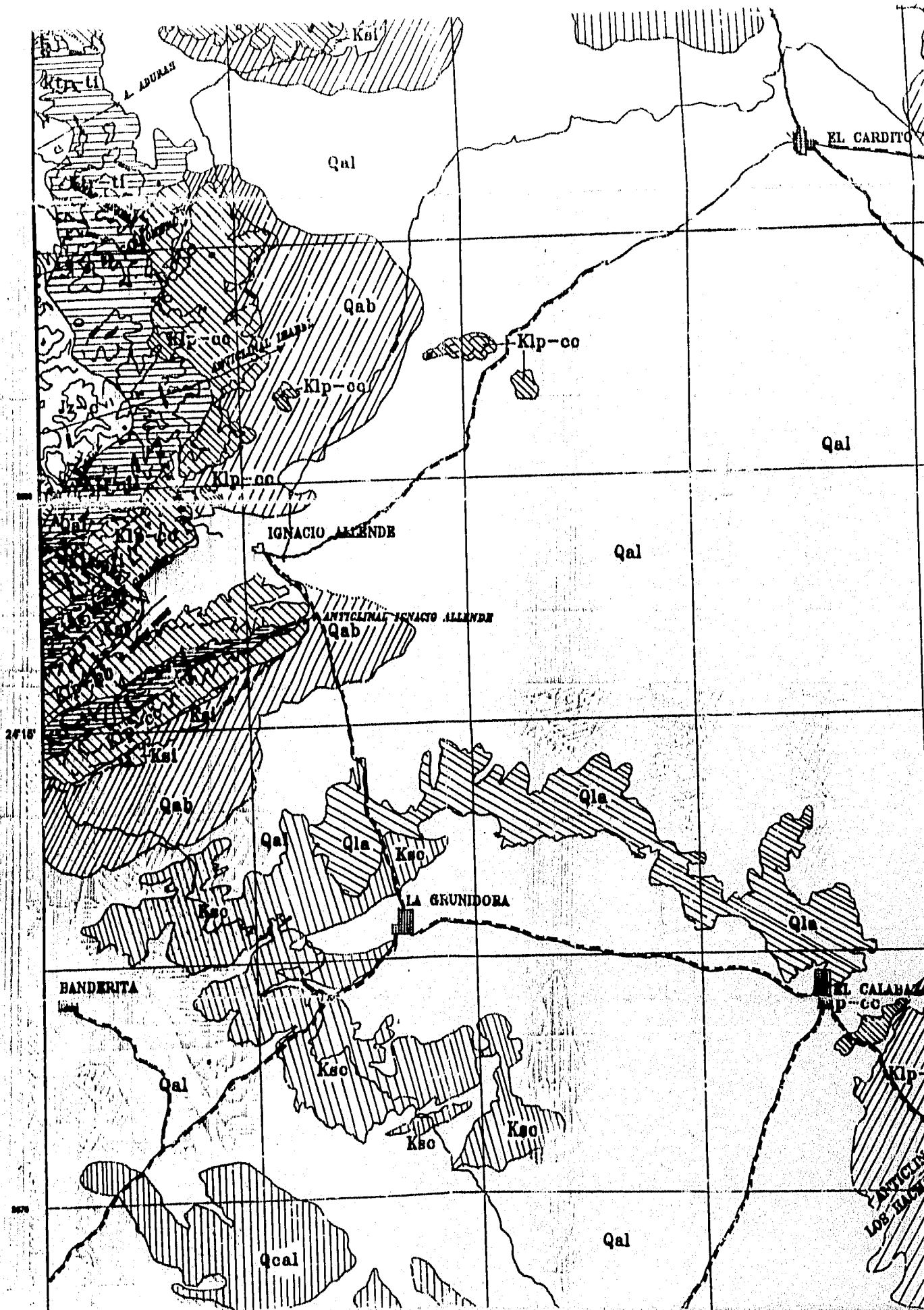
L E Y E N D A

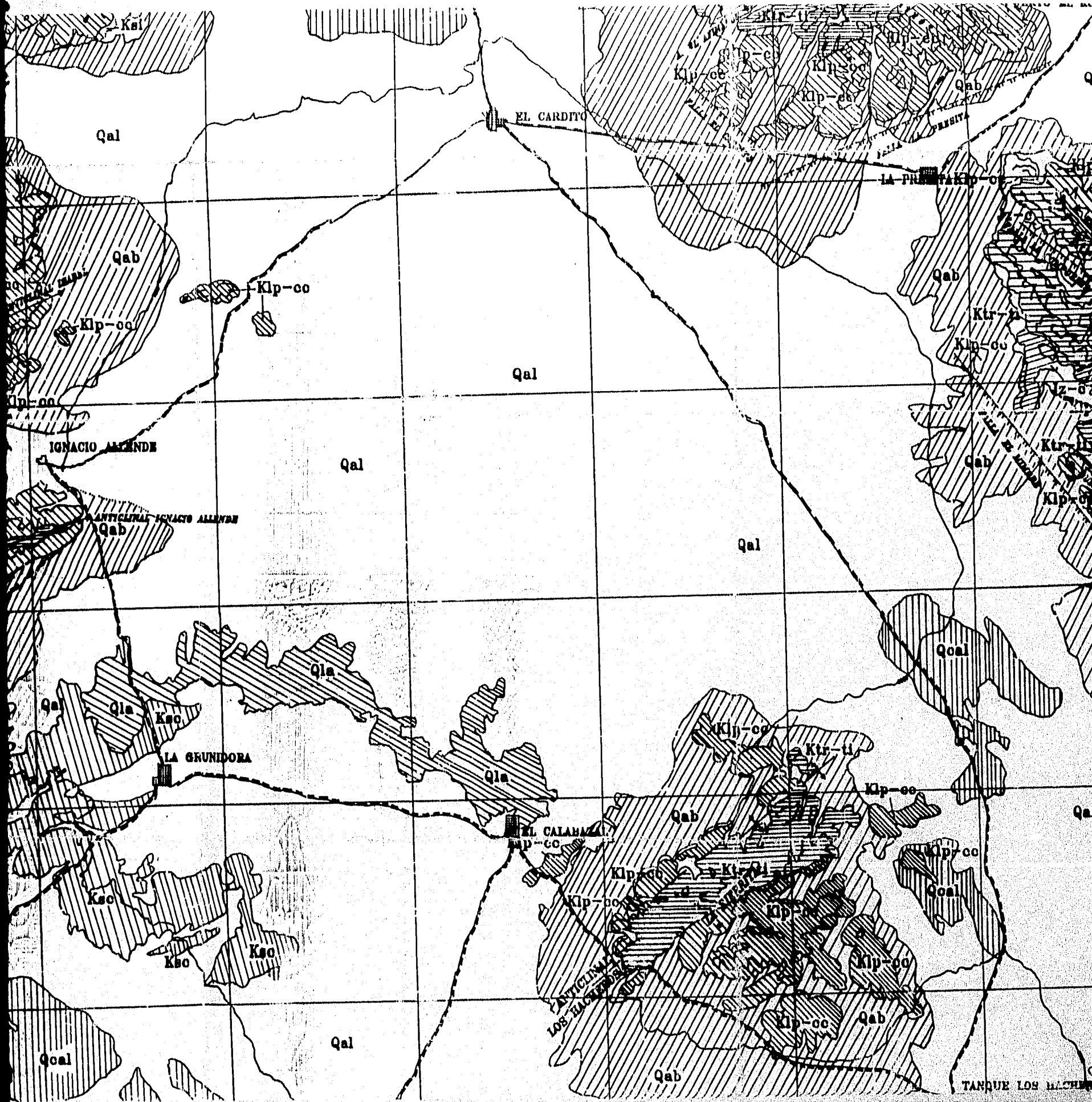
COLUMNA GEOLOGICA

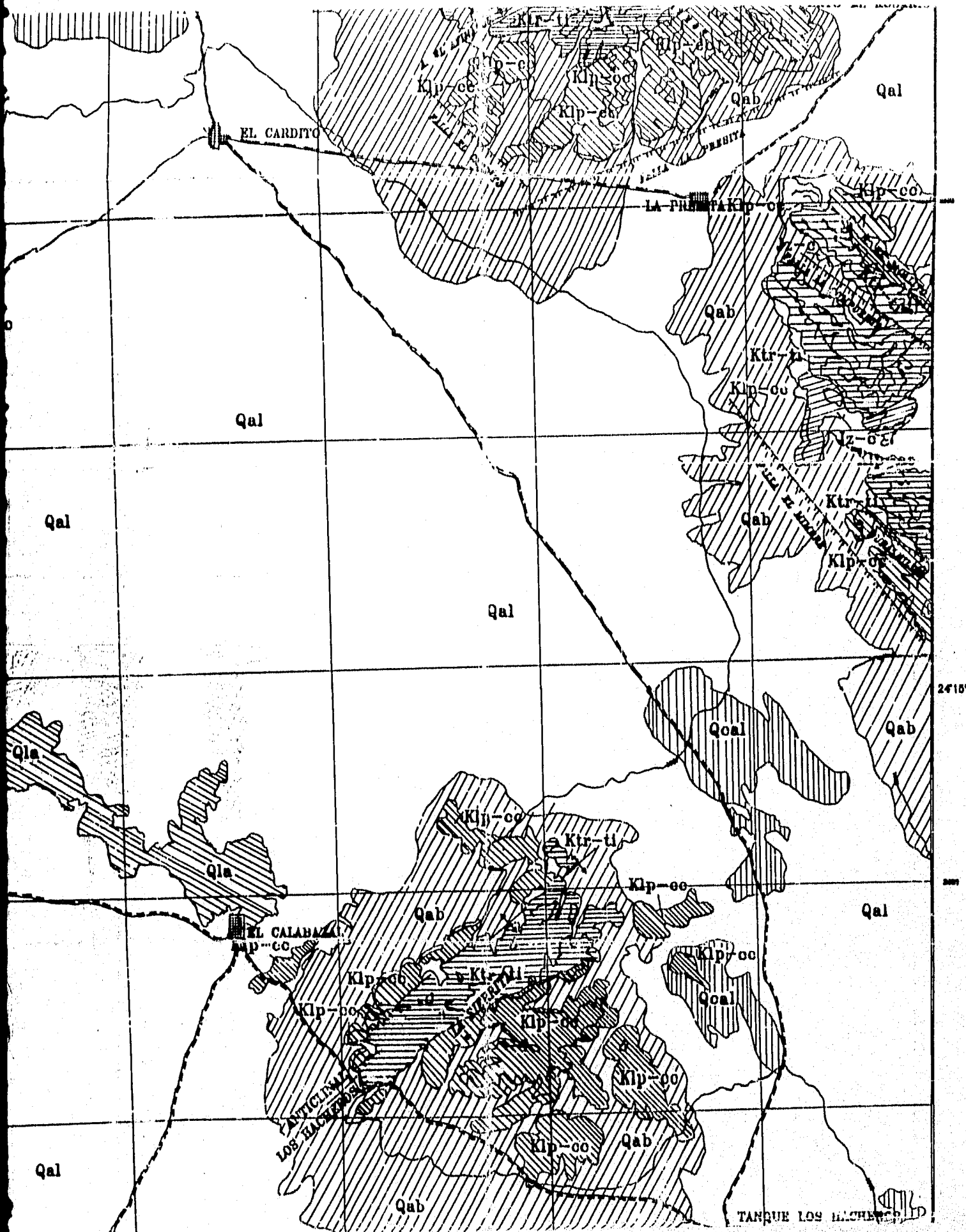
Q CALICHE	_____	
Q ALUVION	_____	
Q LACUSTRE	_____	
Q ABANICO ALUVIAL	_____	
K CARACOL	_____	
K INDIDURA	_____	
K CUESTA DEL CURA	_____	
K LA PEÑA	_____	
K TAMAULIPAS INFERIOR	_____	
K TARAISES	_____	
J LA CAJA	_____	
J ZULOAGA	_____	
J NAZAS	_____	

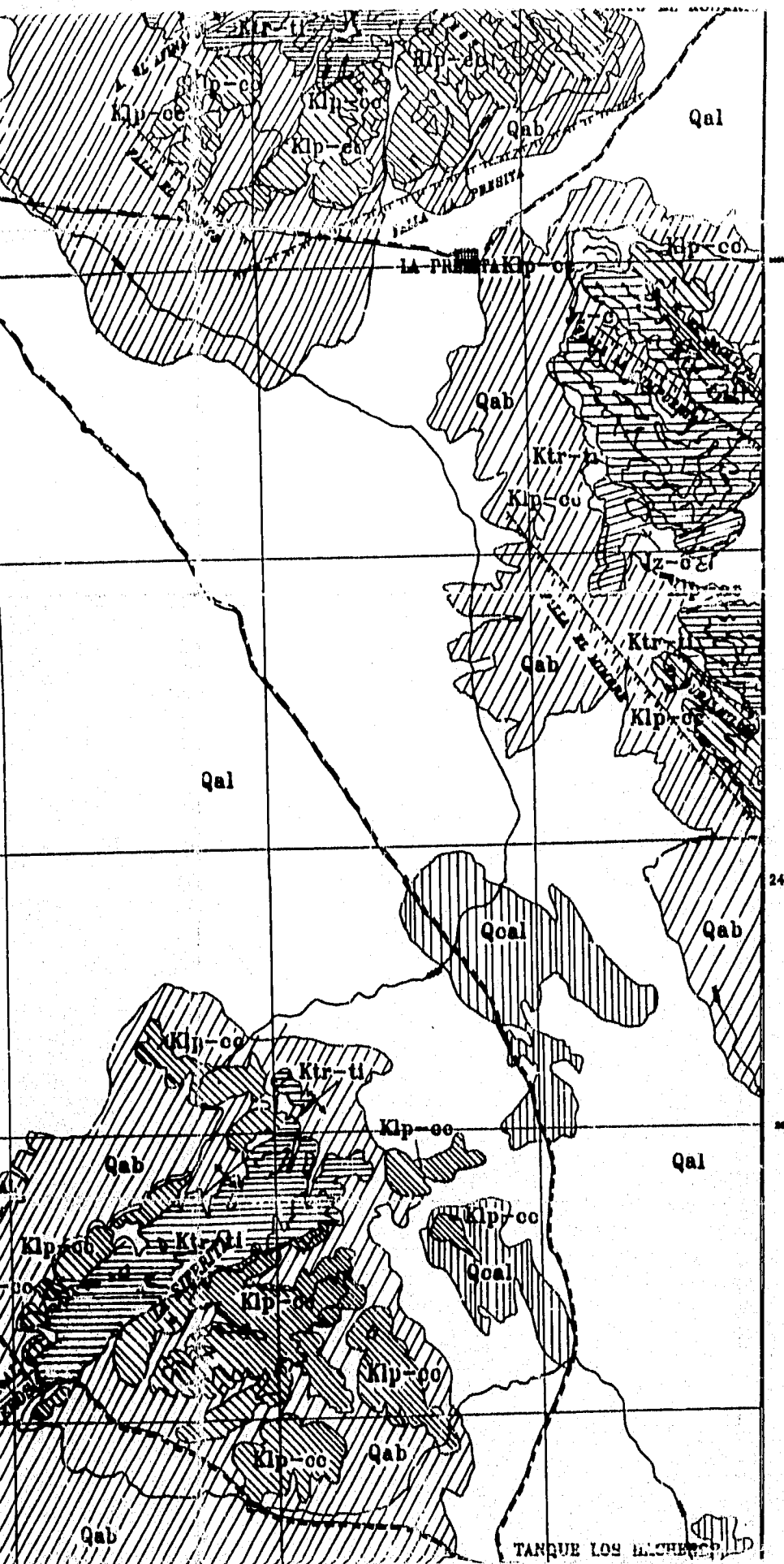
SIMBOLOLOCIA

ANTICLINAL	_____	
ANTICLINAL BUZANTE	_____	
SINCLINAL	_____	
FALLA NORMAL	_____	





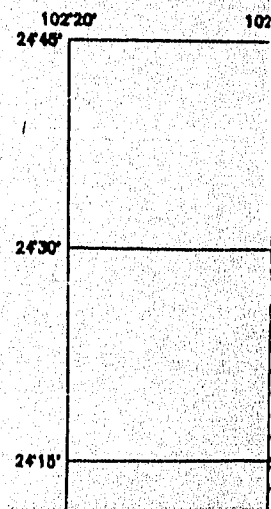


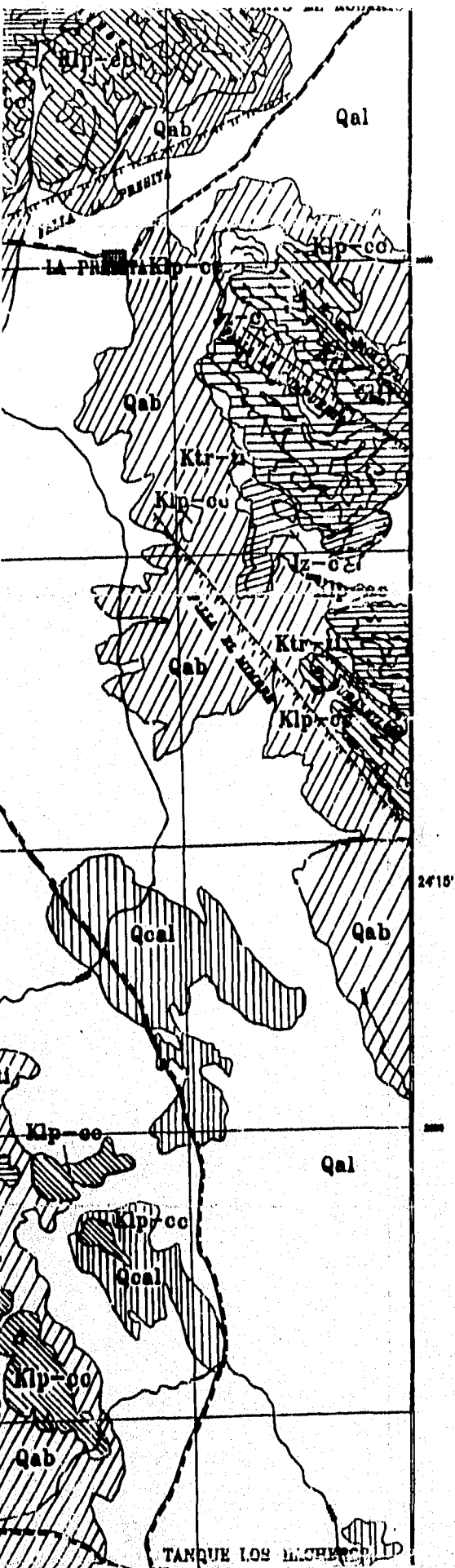


- ANTICLINAL _____
- ANTICLINAL BUZANTE _____
- SINCLINAL _____
- FALLA NORMAL _____
- FALLA NORMAL INFERIOR _____
- FALLA LATERAL _____
- CONTACTO GEOLOGICO _____
- PUEBLO _____
- TERRACERIA _____



AREA





- ANTICLINAL _____
- ANTICLINAL BUZANTE _____
- SINCLINAL _____
- FALLA NORMAL _____
- FALLA NORMAL INFERIDA _____
- FALLA LATERAL _____
- CONTACTO GEOLOGICO _____
- PUEBLO _____
- TERRACERIA _____



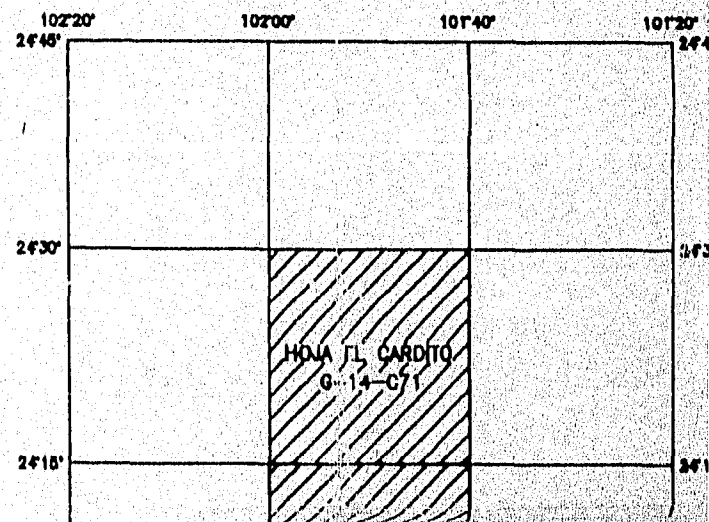
CONVERGENCIA DE CUADRICULA
2'40"










DECLINACION MAGNETICA
8'15"

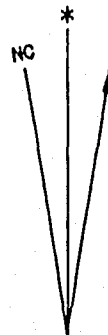
VARIACION MAGNETICA ANUAL
3"
HACIA EL OESTE

LOS VALORES DE CONVERGENCIA Y
DECLINACION FUERON CALCULADOS
PARA EL CENTRO DE LA HOJA.

AREA DE ESTUDIO



ANTICLINAL _____ 
 ANTICLINAL BUZANTE _____ 
 SINCLINAL _____ 
 FALLA NORMAL _____ 
 FALLA NORMAL INFERIDA _____ 
 FALLA LATERAL _____ 
 CONTACTO GEOLOGICO _____ 
 PUEBLO _____ 
 TERRACERIA _____ 



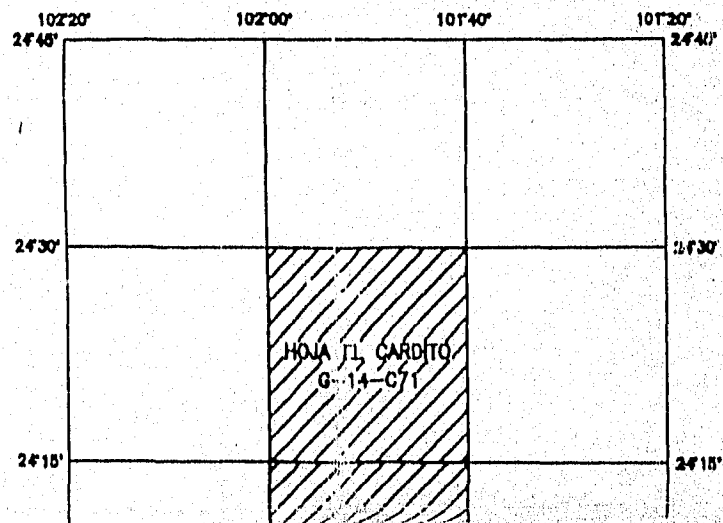
CONVERGENCIA DE CUADRICULA
2'40'

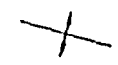
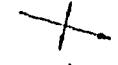





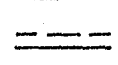

DECLINACION MAGNETICA
8'15'

VARIACION MAGNETICA ANUAL
3'
HACIA EL OESTE

LOS VALORES DE CONVERGENCIA Y
DECLINACION FUERON CALCULADOS
PARA EL CENTRO DE LA HOJA.

AREA DE ESTUDIO



ANTICLINAL	_____	
ANTICLINAL BUZANTE	_____	
SINCLINAL	_____	
FALLA NORMAL	_____	
FALLA NORMAL INFERIDA	_____	
FALLA LATERAL	_____	
CONTACTO GEOLOGICO	_____	
PUEBLO	_____	
TERRACERIA	_____	



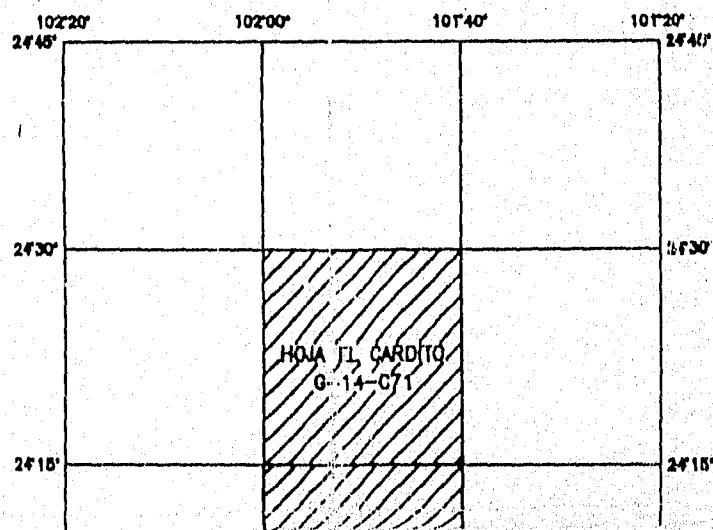
CONVERGENCIA DE CUADRICULA
2'40"

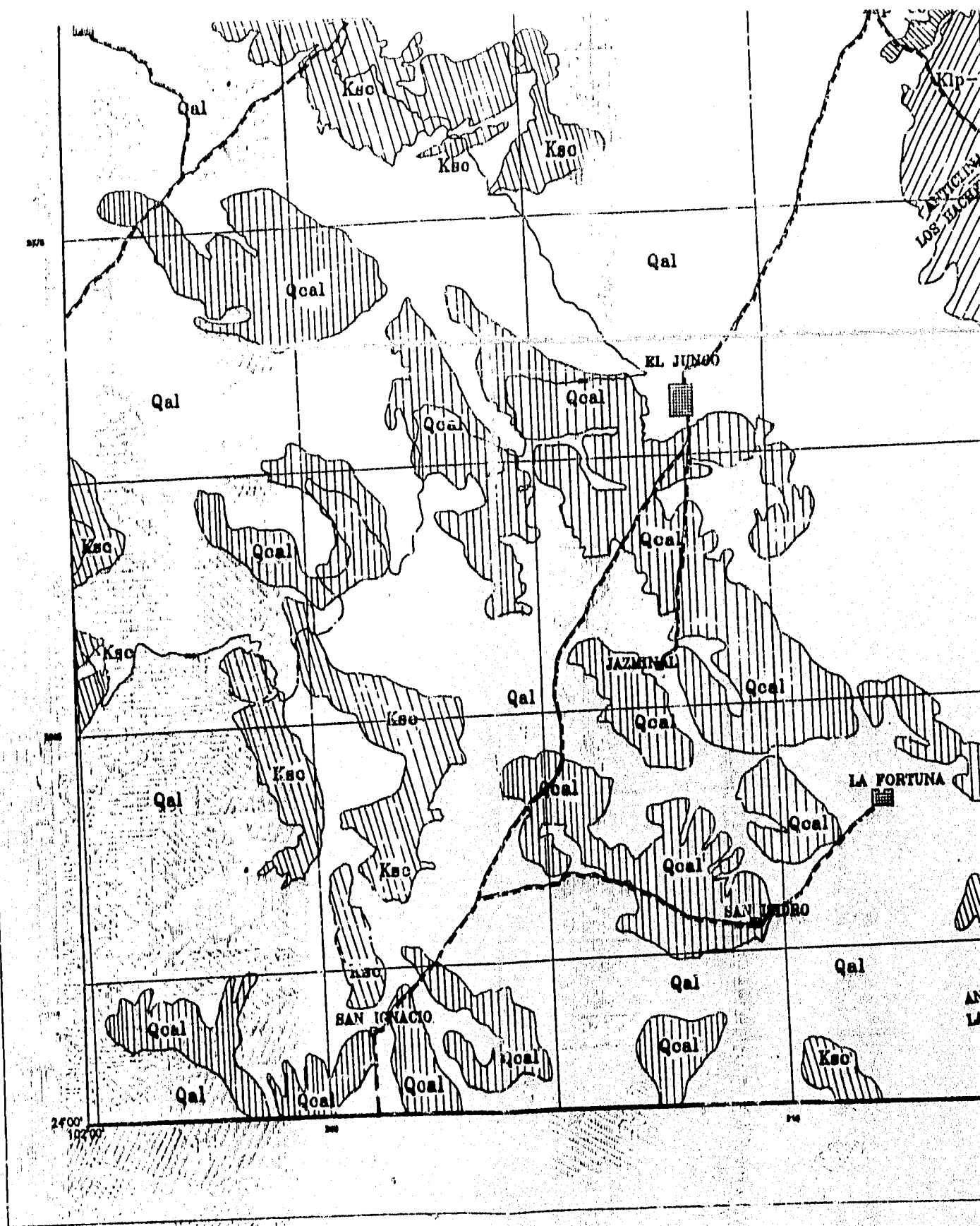
DECLINACION MAGNETICA
8'15"

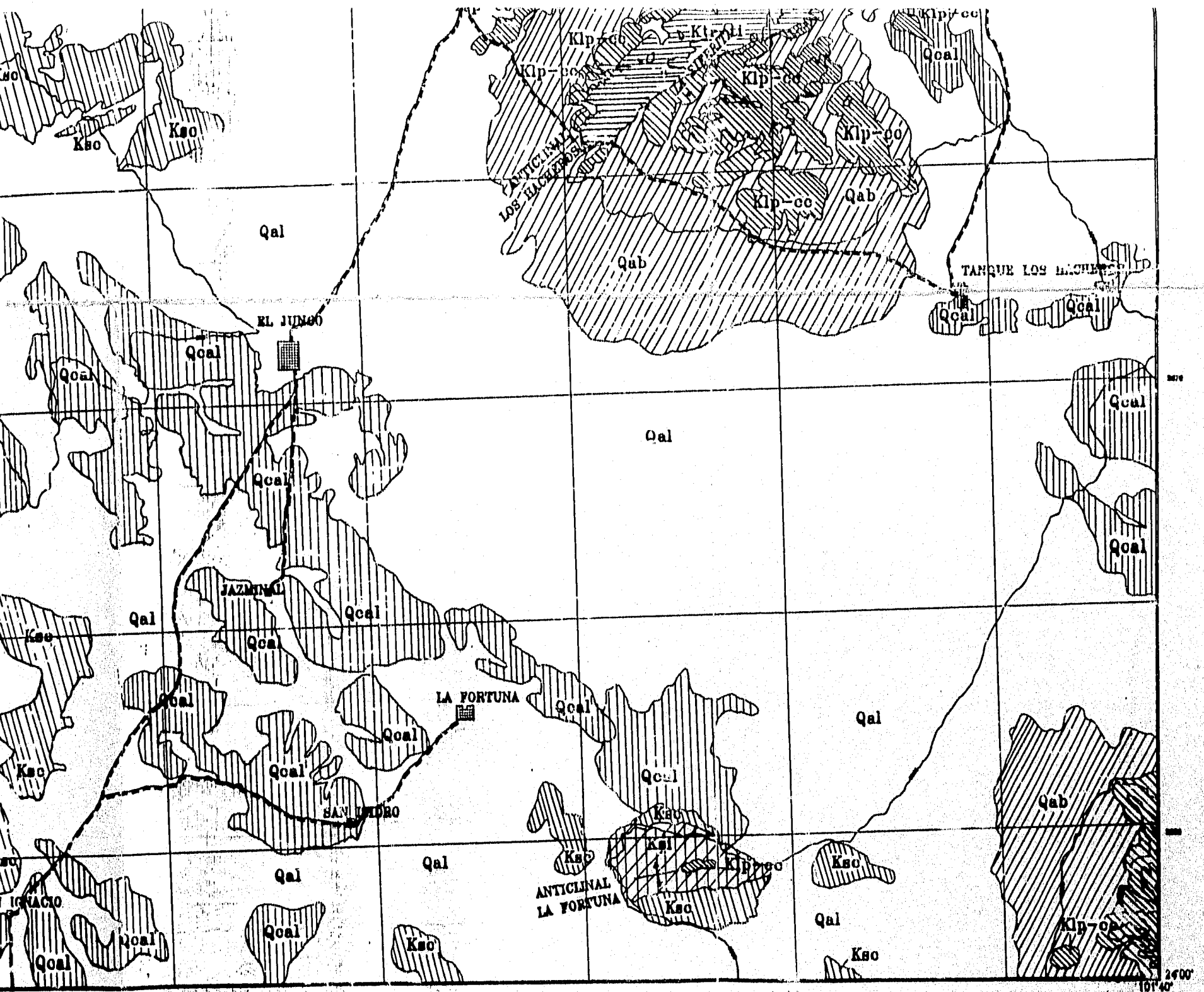
VARACION MAGNETICA ANUAL
3"
HACIA EL OESTE

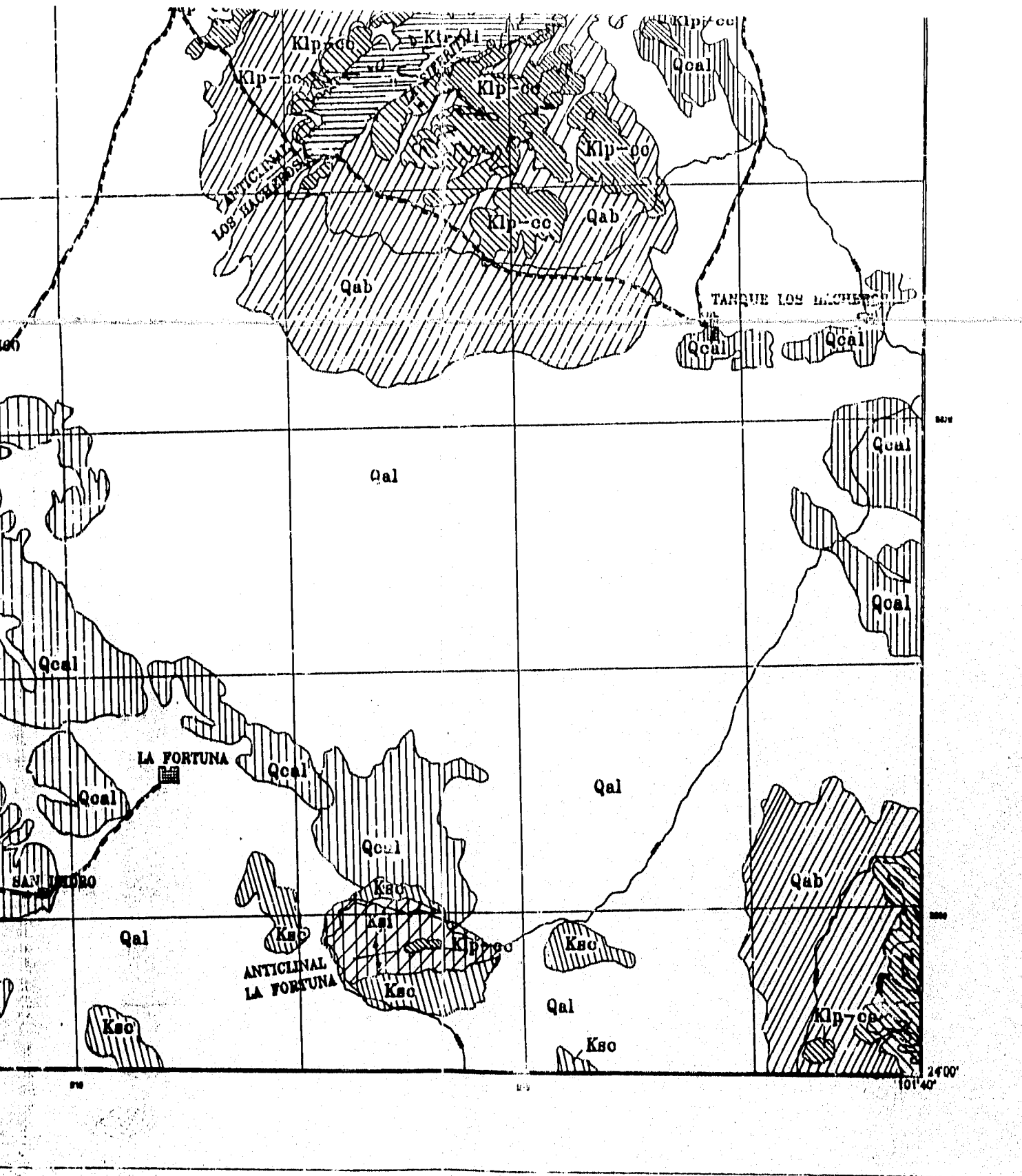
LOS VALORES DE CONVERGENCIA Y
DECLINACION FUERON CALCULADOS
PARA EL CENTRO DE LA HOJA.

AREA DE ESTUDIO

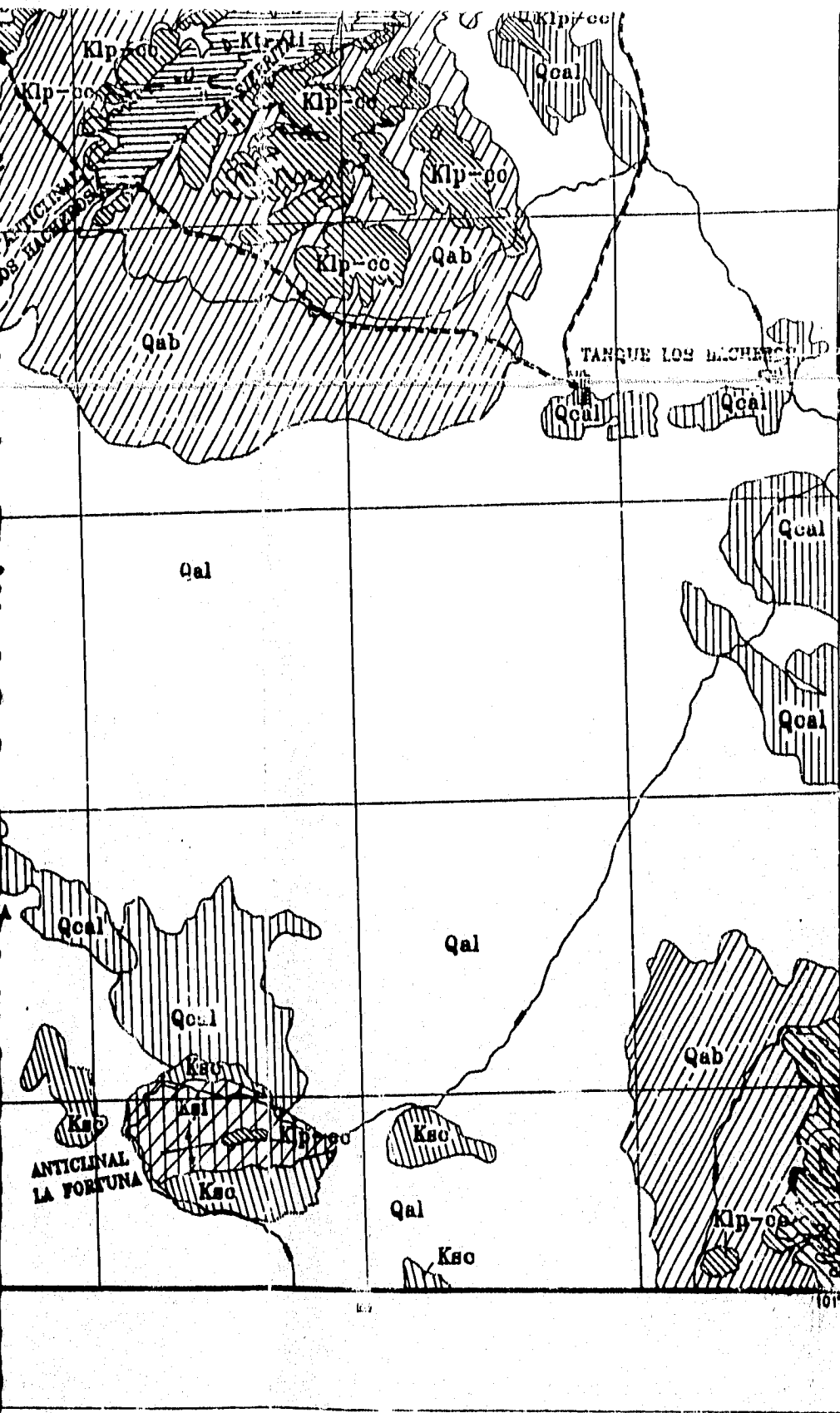








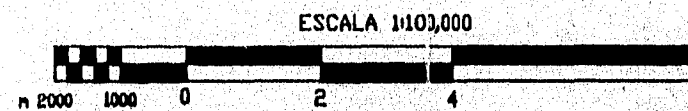
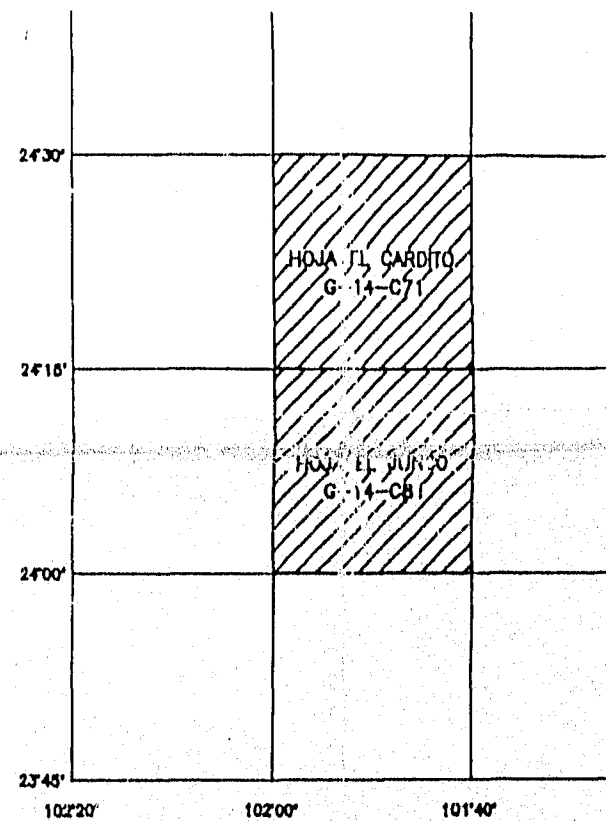
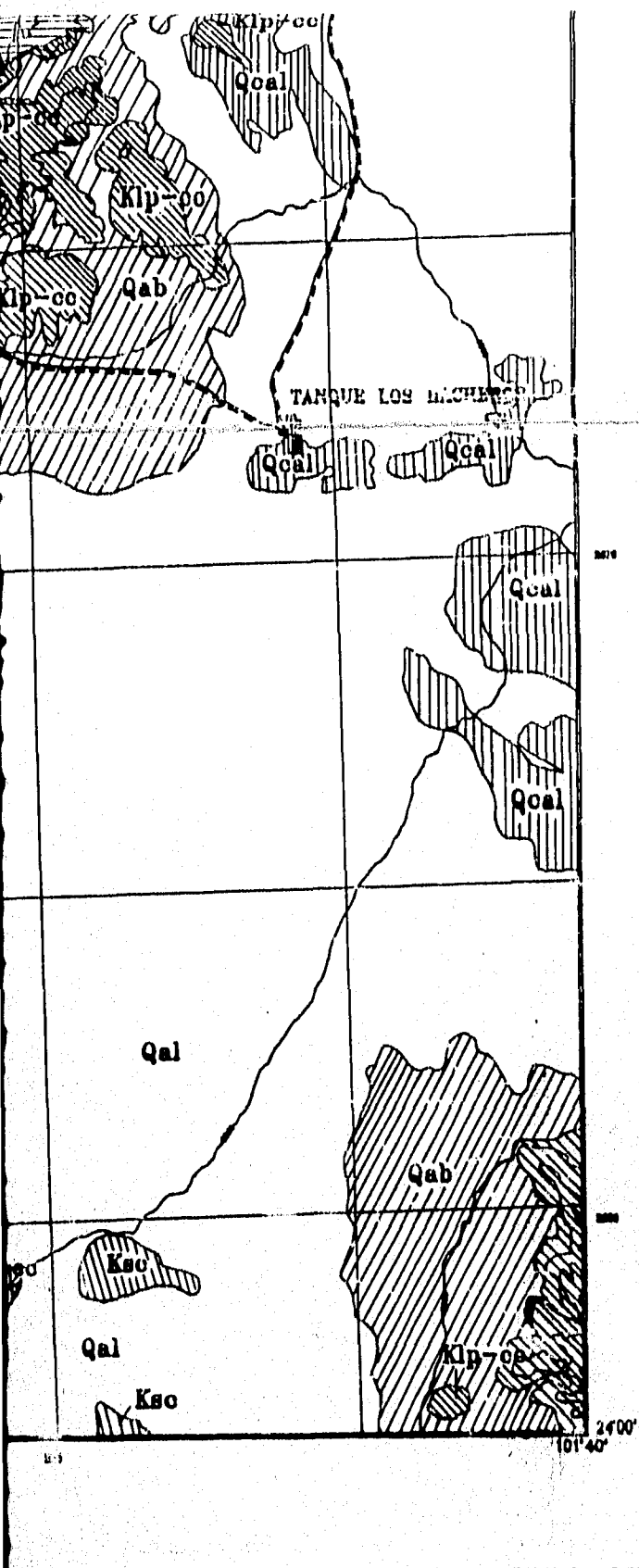
Map
es



Mapa Geológico E

Adriana

esc. 1:100,000

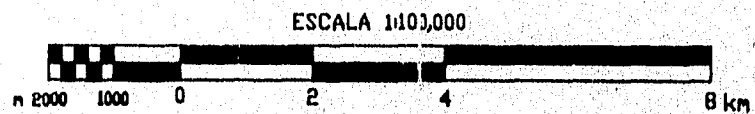
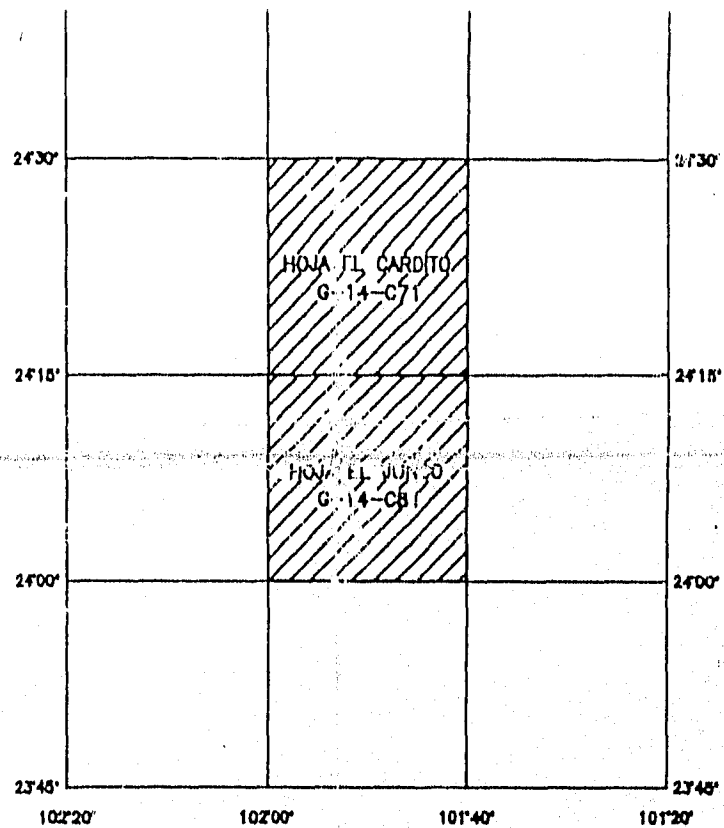
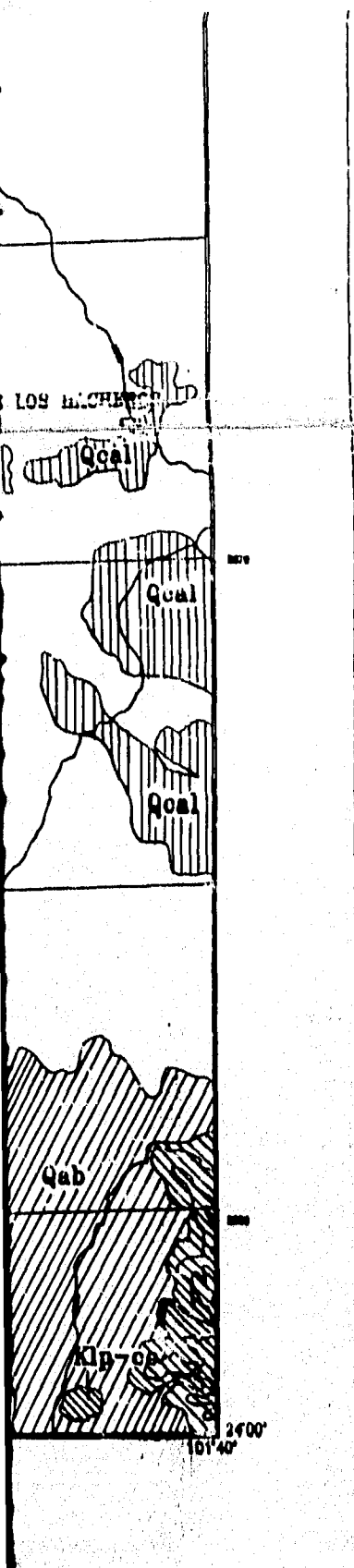


EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 100 m.

Mapa Geológico El Cardito-El Jun

Adriana Borja Martínez

esc. 1:100,000

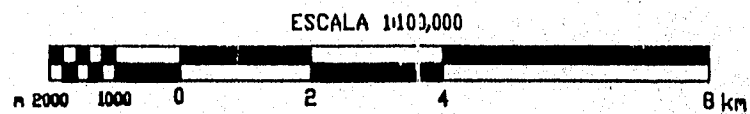
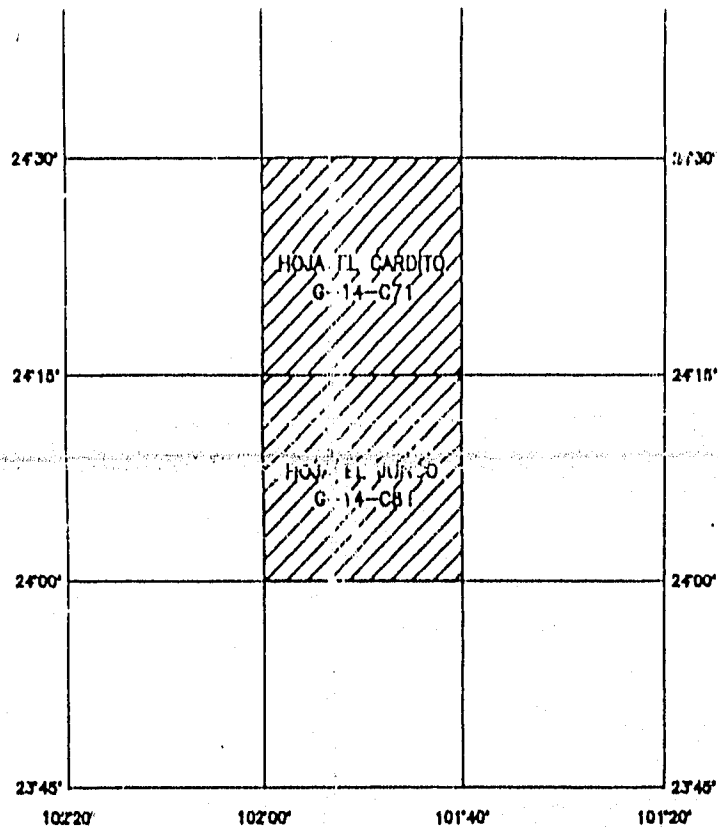


EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 100 m.

Mapa Geológico El Cardito-El Junco, Zac.

Adriana Borja Martínez

esc. 1:100,000



EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 100 m.

Mapa Geológico El Cardito-El Junco, Zac.

Adriana Borja Martínez

esc. 1:100,000

