

24:21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“Geología del Area de Moctezuma,  
Edo. de S. L. P.”**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO GEOLOGO  
PRESENTAN :  
SALVATIERRA DOMINGUEZ EDUARDO  
TERRONES MENESES ANGEL

México, D. F.

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## RESUMEN

## CAPITULO UNO. INTRODUCCION

1.1. Objetivos del Trabajo.	3
1.2. Método de Trabajo.	3
1.3. Trabajos previos.	4

## CAPITULO DOS. GEOGRAFIA

2.1. Localización Geográfica.	6
2.2. Vías de Acceso.	6
2.3. Clima, Vegetación y Fauna.	7
2.4. Población y Cultura.	11
2.5. Fisiografía.	12
2.6. Hidrografía.	13
2.7. Geomorfología.	14

## CAPITULO TRES. ESTRATIGRAFIA

3.1. Sistema Cretácico.	
Formación Cuesta del Cura.	16
Formación Indidura.	21
Formación Caracol.	28

3.2. Sistema Terciario	
Formación Cenicera	35
Formación Andesita Casita Blanca.	38
Formación Dacita Jacavaquero.	41
Formación Latita Portezuelo.	43
Formación Riolita Panalillo.	46
3.3. Sistema Cuaternario.	
Formación Basalto La Joya.	51
Sedimentos Recientes.	54

#### CAPITULO CUATRO. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

4.1. Descripción de las estructuras.	57
- Anticlinorio de Santa Catarina-San Antonio Rul.	
- Caldera de Aqualulco.	58

#### CAPITULO CINCO. EVOLUCION GEOLOGICA

5.1. Evolución Tectónica.	61
5.2. Evolución Geológica.	68

CAPITULO SEIS. GEOLOGIA ECONOMICA	
6.1. Geohidrología	77
6.2. Geología Petrolera.	79
6.3. Geología Minera.	81
CAPITULO SIETE. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1. Conclusiones	83
7.2. Recomendaciones.	85
 BIBLIOGRAFIA	 87
 ANEXOS	

INDICE DE ILUSTRACIONES INCLUIDAS EN EL TEXTO

F I G U R A S

	ENTRE PAGS.
Fig. 1 Localización Geográfica	6 y 7
Fig. 2 Vías de Comunicación	6 y 7
Fig. 3 Climas	7 y 8
Fig. 4 Provincias Fisiográficas (I. Raisz, 1964)	12 y 13
Fig. 5 Provincias Fisiográficas (S.P.P. 1981)	12 y 13
Fig. 6 Distribución Paleontológica	20 y 21
Fig. 7 Geología Estructural	56 y 57
Fig. 8 Evolución paleogeográfica a finales del Cretácico Temprano	65 y 66
Fig. 9 Evolución paleogeográfica del Triásico Superior	70 y 71
Fig. 10 Evolución paleogeográfica del Jurásico Superior	71 y 72
Fig. 11 Evolución paleogeográfica del Oxfordiano Tardío-Kimmeridgiano Medio	71 y 72
Fig. 12 Evolución paleogeográfica del Hauteriviano Superior-Barremiano	73 y 74
Fig. 13 Evolución paleogeográfica Albiano-Cenomaniano	74 y 75
Fig. 14 Evolución paleogeográfica Cretácico Superior	75 y 76

T A B L A S

Tabla 1 Estratigrafía de la Hoja Moctezuma y áreas adyacentes.	16 y 17
--	---------

F O T O G R A F I A S

ENTRE PAGS.

Formación Cuesta del Cura

Fotografía 1 y la.	<u>Olistolitos de la Forma</u> <u>ción Cuesta del Cura</u>	17 y 18
Fotografía 2	<u>Favusella</u> aff. <u>F. Washitensis</u>	20 y 21
Fotografía 3	<u>Ticinella roberti</u>	20 y 21
Fotografía 4	<u>Hedbergella</u> sp. y <u>Pithonella</u> sp.	20 y 21
Fotografía 5	Calciesferulas	20 y 21
Fotografía 6	<u>Ticinella</u> sp. y Calciesferulas	20 y 21
Fotografía 7	<u>Rotalipora</u> sp.	20 y 21
Fotografía 8	<u>Ticinella</u> sp. y cambio textural	20 y 21
Fotografía 9	<u>Ticinella</u> sp.	20 y 21
Fotografía 10	Estratificación Cruzada	21 y 22
Fotografía 11	Conglomerado Intraformacional	21 y 22

Formación Indidura

Fotografía 12	Cambios texturales en la forma- ción.	24 y 25
Fotografía 13	<u>Rotalipora cushmani</u>	26 y 27
Fotografía 14	<u>Rotalipora greenhornensis</u>	26 y 27

Formación Caracol

Fotografía 15	Contacto concordante entre la Formación Indidura y la Forma ción Caracol.	32 y 33
---------------	---	---------

Fotografía 16	Marcas de corriente.	32 y 33
Fotografía 17	Arenita arcófica con fragmentos de roca volcánica.	32 y 33
Fotografía 18	Textura Microlítica, detalle de un fragmento de roca volcánica.	32 y 33
Formación Cenicera		
Fotografía 19	Granito turmalizado.	37 y 38
Formación Casita Blanca		
Fotografía 20	Centro emisor de las andesitas.	39 y 40
Fotografía 21	Textura Microlítica de la andesita.	39 y 40
Formación Jacavaquero		
Fotografía 22	Centro de emisión de las dacitas.	42 y 43
Formación Portezuelos		
Fotografía 23	Fragmento de roca (textura porfirítica)	45 y 46
Formación Panalillo		
Fotografía 24	Toba riolítica con fracturas rellenas de calcedonia.	49 y 50
Formación La Joya		
Fotografía 25	Bomba Volcánica con xenolitos de Lherzolita.	53 y 54
Fotografía 26	Xenolito de Lherzolita (olivino, ortopiroxeno y clinopiroxeno)	53 y 54
Fotografía 27	Xenolito de Gneis Cuarzo-Feldespático.	53 y 54

## Geología Estructural

- Fotografía 28 Pliegues chevrón de la Formación Cuesta del Cura. 57 y 58
- Fotografía 29 Detalle de la toma anterior, donde además se observa boudinage. 57 y 58

## ANEXO PALEONTOLOGICO

## Formación Cuesta del Cura

- Fotografía 30 Inoceramus cf. pictus APA-1
- Fotografía 31 Hamites (Psilahamites) sp. APA-2
- Fotografía 32 Kosmatella sp. APA-3
- Fotografía 33 Mortoniceras sp. APA-4
- Fotografía 34 Tetragonites sp. APA-5
- Formación Indidura
- Fotografía 35 Inoceramus hercynicus APA-6

## ANEXO PETROGRAFICO

- Rocas Sedimentarias APE-1
- Rocas Igneas y Metamórficas APE-2

## ANEXO CARTOGRAFICO

- Cartografía Geológica a escala 1: 50,000 de la Hoja Moctezuma, San Luis Potosí.

## R E S U M E N

La región estudiada se localiza hacia el NW de la ciudad de San Luis Potosí en la provincia fisiográfica denominada Mesa Central.

Las rocas sedimentarias que afloran en el área de estudio comprenden un registro estratigráfico que va del Albiano-Superior al Reciente y se encuentra representado por las siguientes unidades litoestratigráficas: Cuesta del Cura, Indidura y Caracol del Cretácico Superior; Formación Cenizera del Paleoceno-Eoceno Inferior; el resto del registro esta representado por rocas volcánicas con un rango que va del Eoceno Medio-Pleistoceno y que esta constituido por las siguientes unidades: Andesita Casita Blanca, Dacita - Jacavaquero, Latita Portezuelo, Riolita Panalillo y Basalto la Joya

Se reconoce como estructura principal el Anticlinorio de Santa Catarina - San Antonio Rul, que se encuentra truncado por numerosas fallas inversas de poco traslape, al que se asocian una serie de estructuras plegadas menores, cuyos planos axiales tienen un rumbo general de N 4°W con una vergencia hacia el este. Así también dentro del área queda comprendida la parte septentrional de la Caldera de

Ahualulco, ambas estructuras se encuentran limitadas por fallas de tipo normal con una orientación NW 7°SE a - NW 15° SE.

En la región quedan enmarcados dos eventos de deformación, el primero con características compresivas que corresponde a una edad postdeposición de la Formación Caracol, asociado a este régimen en el Eoceno Medio se produce una actividad volcánica de tipo intermedio, mientras que la actividad silícica se manifiesta en el límite Oligoceno Medio, después de un hiatus en el magmatismo de aproximadamente 14 m.a.

Por último durante el Cuaternario se produjo en el área la emisión del magma basáltico.

## CAPITULO UNO. INTRODUCCION

## 1.1 Objetivo del Trabajo

Los principales objetivos del trabajo son:

- Revisar y detallar la estratigrafía del área de Moctezuma S.L.P., en función de cuerpos de rocas presentes como su geometría (espesores), distribución, edad e inferencias ambientales.
- Definir eventos Tectónicos que modificaron la distribución de los cuerpos de roca.
- Cartografiar la distribución de los cuerpos de roca diferenciados y las estructuras.
- Evaluar las posibilidades económicas.

1.2 Método de Trabajo.- Para cumplir con los objetivos planteados se utilizó como referencia la cartografía previa hecha por Villagómez y colaboradores (1985), posteriormente durante el mes de octubre de 1985, se llevó a cabo un trabajo de Geología Superficial utilizando fotografías aéreas escala 1:50,000 dando mayor énfasis a la Estratigrafía y a la Geología Estructural, a su vez se tomaron muestras representativas y a continuación se llevó a cabo la medición de espesores de las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol; durante el transcurso de abril-mayo de 1986 se realizó una tercera

etapa de trabajo de Geología Superficial dando mayor importancia a la Geología Estructural y a las rocas volcánicas del área.

En el laboratorio del Departamento de Yacimientos Minerales de la División en Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería se hizo la petrografía de las muestras colectadas, posteriormente se realizaron estudios micropaleontológicos que permitieron precisar la posición estratigráfica de las unidades Mesozoicas de las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol.

1.3 Trabajos previos.- El trabajo más antiguo corresponde al publicado por Burckardt (1930) relativo a una síntesis - del Mesozoico donde hace referencia a una especie de Berrisella sp. encontrada en la Mina Dulces Nombres, atribuyéndole una edad del Oxfordiano al Portlandiano.

En 1956, de Cserna realiza un trabajo con la finalidad - de prospectar fosfatos en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, donde además describe las unidades encontradas, así como también su distribución.

Aguillón y Tristán (1981) hacen la cartografía geológica de la Hoja Moctezuma, S.L.P., en la que reconocen formaciones correspondientes al intervalo Aptiano-Maestrichi-

ano, basándose únicamente en la litoestratigrafía, dichos autores distinguen en orden de ocurrencia las rocas igneas extrusivas.

Posteriormente Labarthe y colegas (1982) establecen unidades estratigráficas del Cenozoico, basados en reanálisis isotópicos y a su vez comprueban las ideas de otros autores en considerar a este grupo de rocas volcánicas como parte de la Sierra Madre Oriental en función de su composición modal.

Por último Villagómez y colaboradores (1985) realizaron un estudio hidrogeológico del área de Moctezuma, S.L.P., en la que hacen un mayor énfasis en la Hidrogeoquímica.

## CAPITULO DOS. GEOGRAFIA

## 2.1 Localización Geográfica

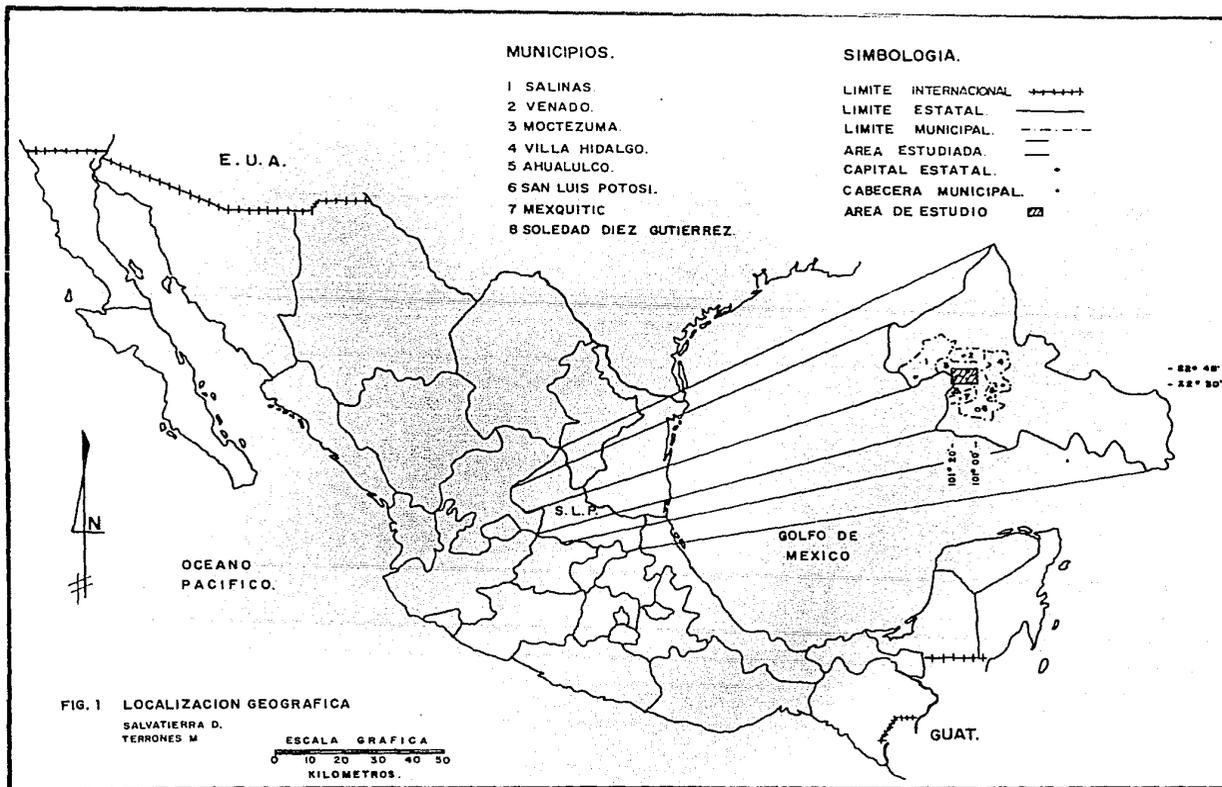
El área estudiada comprende una extensión aproximada de 950 Km<sup>2</sup> y se ubica entre los paralelos 22°30' y 22°45' de latitud norte y los meridianos 101°00' y 101°20' de longitud oeste (Fig. 1).

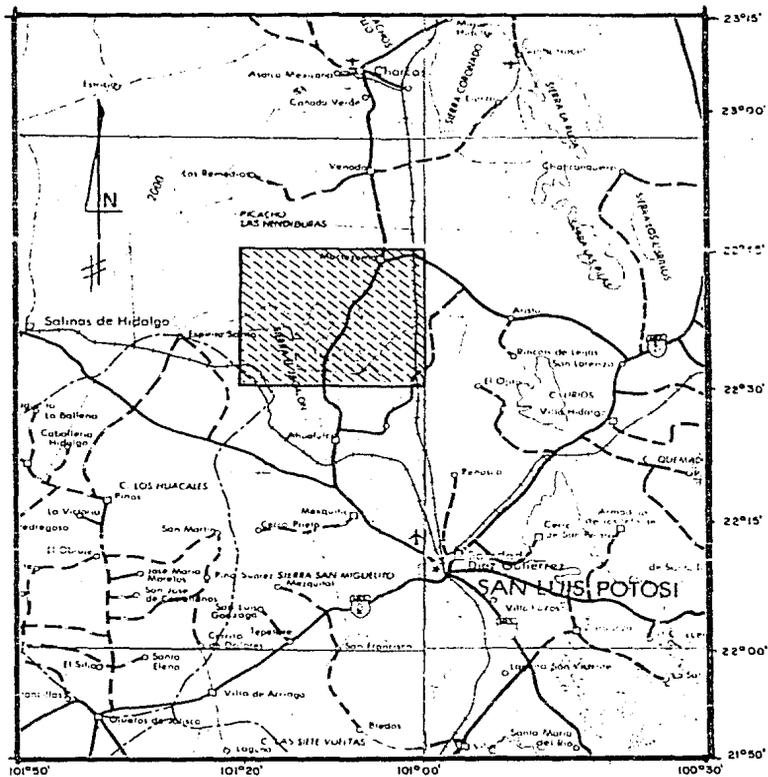
## 2.2 Vías de Acceso

Las vías de acceso más prácticas para llegar al sitio - de interés son la carretera No. 49 que comunica la ciudad de San Luis Potosí con Zacatecas y ésta con la carretera Ahualulco-Charcas que conduce a las ciudades de Ahualulco, Moctezuma, Venados y Charcas.

Los ferrocarriles existentes son los que unen a la ciudad de San Luis Potosí con Nuevo Laredo y con Aguascalientes; el primero tiene como punto intermedio la estación Moctezuma y recorre el área de estudio de sur a norte en su porción oriental, mientras que el segundo, solo atraviesa en una pequeña porción, el SE del área, (Fig. 2).

Se cuenta además con servicio de telégrafos y de teléfono de larga distancia por operadora.





## SIMBOLOS

- AREA DE ESTUDIO   
 LIMITE ESTATAL   
 LIMITE MUNICIPAL   
 CIUDAD   
 POBLADO   
 CARRETERA   
 FERROCARRIL   
 AEROPUERTO 

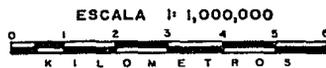


FIG. 2 VIAS DE COMUNICACION.

## 2.3 Clima, Vegetación y Fauna

### a) Clima

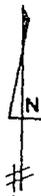
En el área existen tres tipos principales de climas de acuerdo con la D.G.G. (1985) que presentan la siguiente distribución.

En la parte occidental se tiene predominantemente un clima semi-seco templado con lluvia en verano y es de tipo Bs' Kw.

En la porción occidental se tiene dos tipos de climas: el BSobw y el BWhw, el primero se define como un clima seco muy calido con lluvia en verano y el segundo como un clima muy seco y semicálido con lluvias en verano - (Fig.3). Para los tres casos se tiene una precipitación invernal entre los 5 y 10.2 mm, con una temperatura media anual de 22°C como máximo en el mes de mayo y temperaturas mínimas entre 4°y 5°C en los meses de diciembre y enero

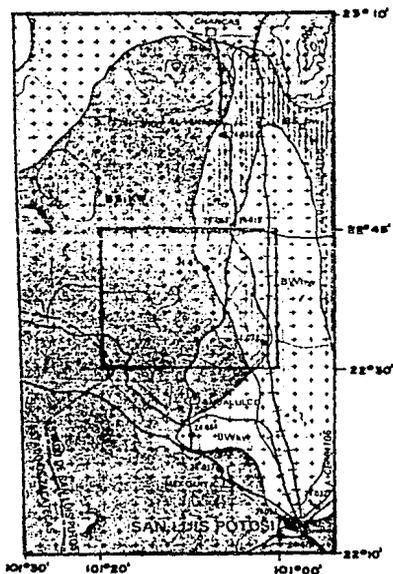
### b) Vegetación y Fauna

La vegetación y fauna existente en la región se encuentra relacionada con la altitud, latitud y clima. Así - tenemos diferentes asociaciones vegetales (de acuerdo a la carta de uso del suelo - esc. 1:50,000, F-14-A-63 de la D.G.G.) y animales.



## SIMBOLOS

Area de Estudio	□
Semi-seco Templado	BSiKW
Seco muy cálido	BSobw
Muy seco - Semicálido	BWhw



ESC. 1:1,000,000



FIG. 3 CLIMAS

Para la región se distinguen principalmente entre los vegetales: los matorrales espinosos, los subinermes y los inermes, las nopaleras, el pastizal natural, bosque natural y el encinar.

La fauna: roedores, cánidos, ungulados (artiodáctilos y perisodáctilos), aves rapaces, aves gallináceas, aves pasares, ofídeos, saurios e insectos.

De acuerdo con la abundancia se presentan las siguientes especies vegetales:

Matorral espinoso (Me)

Agrito	<u>Lycium</u> sp.
Ocotillo	<u>Dononaea</u> sp.
Grajero	<u>Celtis</u> sp.

Matorral subinerme (Ma)

Uñas de gato	<u>Acacia</u> sp.
Mezquite	<u>Prosopis</u> sp.

Matorral inerme (Mi)

Candelilla	<u>Euphorbia</u> sp.
Gobernadora	<u>Larrea</u> sp.
Parraleana	<u>Dyssodia</u> <u>pentacheta</u>

## Nopalera (No)

Nopal Opuntia sp.Bisnaga Ochinocactus sp.

## Izotal (Iz)

Palma Real Yucca sp.China Yucca spp.

## Pastizal Natural (Pn)

## Bosque Natural - Encinar (EB)

Cultivo: Maíz Zea maysFrijol Phseolus spp.Girasol Heliatius sp.

## Fauna:

Roedores Conejo Syluhilaqus spp.Liebre Lepus californicusRatón de campo Peromyscus sp.Cánidos Perro Canis sp.Coyote Canis latransFelinos Gato Felis catusGato montes Felia silvestris

## Ungulados Artiodáctidos:

Vaca Holstein friensianBorregos Ovis occidentalesChivo Capra hircus

## Peridáctidos

Caballo Equus caballusBurro Equus asinus

Aves: Rapaces

Zopilote Gymnogyps californianusAguila Aquila chrysaetos

Gallináceas:

Gallina Gallus domesticusCodornis Collinus virginianus

Pasares:

Golondrina Hirundo rustica

Ofídeos:

Serpiente de cascabel Crotalus atroxChirriónera Masticophis sp.Coralillo Micrurus fulvius

Saurios:

Camaleón Phrynosoma carolinenseLagartija Sceloporus undulatus

## 2.4 Población y Cultura

Los centros de población que están ubicados dentro del área de estudio pertenecen a los municipios de Ahualulco y Moctezuma; el primero comprende la porción sur de la zona y está constituido por el poblado El Rincón de la Yerbabuena, con una población aproximada de 500 habitantes.

El segundo constituye la cabeza municipal de Moctezuma y cuenta con una población aproximada de 16,710 habitantes, de los cuales 5,002 son económicamente activos. Los trabajos realizados por la población económicamente activa son: agricultura de temporal y riego, cultivando se maíz, frijol calabaza y tomates, entre otras.

Existen también otras actividades importantes como la crianza de ganado caprino y ovino; así como servicios y actividades comunales, comercio a pequeña y gran escala industria manufacturera, elementos de construcción, transportación y almacenamiento, además de explotación de canteras y minas a muy pequeña escala.

También cuenta con clínicas de atención médica y centros de enseñanza básica (primaria) y media (secundaria), así como centro de actividades culturales y deportivas.

## 2.5 Fisiografía

La hoja Moctezuma está ubicada fisiográficamente dentro de la Meseta Central (Raisz, 1964), (Fig. 4). Dentro de la Subprovincia de Llanos y Sierras Potosino-Zacatecanos (D.G.G., 1985) (Fig. 5).

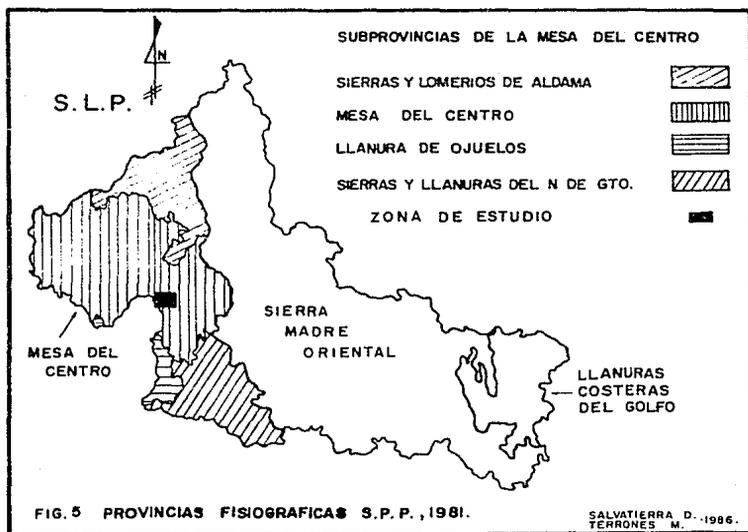
El relieve que conforma la región se puede dividir en - las siguientes unidades:

La primera corresponde a un sistema formado por sierras alargadas de orientación NW - SE, las cuales ocupan las porciones occidente, sur y oriente de la región con elevaciones que van entre 2,350 y 2,500 m.s.n.m., con una mínima de 1,750 m.s.n.m. y un desnivel de 850 m, que corresponden a las Sierras del Durazno y Jacalón.

La unidad se encuentra disectada por corrientes intermitentes. Dicho sistema esta delimitado en su porción oriental por paredes verticales.

La segunda unidad corresponde a un sistema de sierras - orientadas norte - sur, fuertemente disectadas por corrientes intermitentes en su porción central, en estas sierras los valles intermontanos son amplios, sus elevaciones máximas son de 2,250 m.s.n.m. con una mínima de 1,750 m.s.n.m. y un desnivel de 500 m.

Ambas unidades se encuentran limitadas, la primera en su



porción oriental, mientras que la segunda esta limitada en <sup>13</sup> su porción nor-occidental y oriental por extensas llanuras.

## 2.6 Hidrografía

La red hidrográfica que constituye la región presenta dos patrones de drenaje principales, el primero corresponde a un arreglo de tipo dendrítico ampliamente desarrollado en la parte norte y centro, cuyas direcciones de escurrimiento convergen a los valles.

El segundo arreglo es de tipo rectangular, el cual se ve controlado por fracturas, esta confinado a la parte oriente, occidente y sur del área, los escurrimientos confluyen a los valles.

La red hidrográfica es intermitente y constituye la fuente de recarga de los acuíferos, principalmente, este drenaje es conducido a dos subcuencas de tipo endorréico localizadas al noreste, las cuales forman parte de la Cuenca Arista-Matehuala.

Cabe mencionar que existen pequeños manantiales aislados; de estos el de principal importancia es el que se encuentra al sur de Moctezuma, el mismo que abastece de agua a la ciudad. Otros pequeños manantiales cercanos al poblado de la Aduana, y del poblado del Estanco que drenan al arro de los Duques.

Los pozos de agua son productivos en su mayoría en rangos que varían de 10 m a 25 m de profundidad.

## 2.7 Geomorfología

El área de estudio puede ser dividida en las siguientes - unidades geomorfológicas.

La primera ocupa las porciones centro y norte del área con elevaciones máximas correspondientes a la Sierra de las Minas de 2,200 m.s.n.m. y a la Sierra de Santa Catarina de 2,000 m.s.n.m., constiuidas por rocas plegadas del Cretá-cico Superior, las cuales expresan sierras orientadas norte-sur, estas se encuentran rodeadas de materiales de acumulación los cuales son escasos.

Uno de los aspectos morfológicos de la Sierra de Santa Catarina que resalta en la porción nor-occidental, son los valles estrechos en contraste con la porción nor-oriental donde los valles son más abiertos.

Por otro lado, al sur de la sierra se observa una morfología que contrasta, pues la erosión es más intensa, donde además se puede observar que los valles son más amplios y se encuentran rellenadoe por material aluvial, ésto ha - permitido el desarrollo de barrancos con una fuerte disecación. El aspecto morfológico que muestran es de cerros aislados.

Por otra parte en las porciones occidente, sur y oriente las elevaciones máximas corresponden a las Sierras de el Jacalón con 2,500 m.s.n.m. y la Sierra del Durazno con una elevación de 2,400 m.s.n.m. constituida por rocas volcánicas del Cenozoico que expresan una morfología de sierras alargadas.

Estas se encuentran conformadas por mesetas alineadas, con cierto paralelismo las cuales se encuentran seccionadas; los valles intermontanos son estrechos, excepto el existente entre las Sierras del Jacalón y Durazno donde es más amplio.

El desarrollo de barrancos es muy restringido aunque los que existen presentan una fuerte erosión en la cabecera y tienen una profundidad de disectación de 50 m.

La porción occidental de la Sierra El Durazno se encuentra bordeada por depósitos aluviales.

El aspecto que muestran en conjunto son de sierras aisladas limitadas por llanuras aluviales.

## CAPITULO TRES. ESTRATIGRAFIA

En el área de estudio se reconocieron las formaciones marinas del Cretácico Superior, correspondientes a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol, con un rango de edad del Albiano Medio al Post-Turoniano.

Por otra parte, también se reconocieron cuatro unidades Cenozoicas de origen volcánico con edades radiométricas que van del Eoceno Medio al Oligoceno Superior y por último una unidad del Cuaternario.

La tabla de correlación estratigráfica adjunta, muestra las relaciones estratigráficas de las unidades encontradas en el área de estudio, con otras unidades.

A continuación se describe detalladamente cada una de las unidades litoestratigráficas presentes, esta descripción se hace desde la unidad más antigua a la más reciente.

### 3.1 Sistema Cretácico

Formación Cuesta del Cura (Kscc)

a) Definición.- Esta unidad fué descrita por Imlay (1936, p.1125) en la parte occidental de la Sierra de Parras, en la Cuesta del Cura, que se encuentra a 6.4 Km al poniente de Parras Coahuila, designado a este lugar como localidad tipo.

## ESTRATIGRAFIA DE LA HOJA MOCTEZUMA Y AREAS ADYACENTES

TIEMPO		HOJA MOCTEZUMA S. L. P.		CENTRO Y SW DE LA CUENCA MESOZOICA.	HOJA EL SALADO S L P	SIERRA LA PARADA S L. P.	PEÑON BLANCO S. L. P. Y ZAC.	
		SISTEMA	SERIE	FORMACION	FORMACION	FORMACION	FORMACION	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	ALUVION Y CONGLOMERADOS	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	
		PLEISTOCENO	BASALTOS LA JOYA		GRAVA EL JARONERO		BASALTOS LA JOYA RIOLITA	
	TERCIARIO	SUPERIOR	PLIOCENO	RIOLITA PANALILLO			RIOLITA	RIOLITA
			MIOCENO	LATITA PORTESEUROS			RIOLITA	PANALILLO
			OLIGOCENO	DACITA		AHUICHITA	PORTESEUROS	RIOLITA-SAN MIGUELITO
			EOCENO	ANDESTA CASITA JACAVAQUERO BLANCA				CLASTICOS CONTINENTALES
		PALEOCENO	CENICERA					
		INFERIOR	MAESTRICHTIANO					
			CAMPANIANO	CARACOL	CARACOL			CARACOL
			SANTONIANO					
CONIACIANO								
MESOZOICO	CRETACICO	TURONIANO	INDIDURA	SOYATAL	INDIDURA	INDIDURA	INDIDURA	
		CENOMANIANO	CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA		CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA	
		ALBIANO						
		APTIANO		PEÑA	PEÑA		PEÑA	
		BARREMIANO			CUPIDO		CUPIDO	
	JURASICO	HAUTERVIANO		TAMAULIPAS INFERIOR	TARAISES	TARAISES	TARAISES	
		VALANGINIANO		TARAISES			TARAISES	
		BERRIASIANO		INDIFERENCIADO				
		TITHONIANO						
		KIMMERIDGIANO		LA CAJA	LA CAJA		LA CAJA	
TRIASICO	OXFORDIANO		ZULOAGA	ZULOAGA	ZULOAGA	ZULOAGA		
	CALOVIANO			TESOS MINAS VIEJAS				
	BATHONIANO							
	BAJOCIANO							
	AALENIANO							
	TORNACIONO							
	PLIENSBACHIANO							
	SIREMURIANO							
HETTANGIANO								
RETIANO								
NOBIANO								
CARNIANO			ZACATECAS			ZACATECAS		
LADINIANO								
ANICIANO								
BOYTIANO								

- NO AFLORA  
 AUSENCIA POR EROSION  
 NO DEPOSITO

Consiste principalmente en calizas compactas, onduladas y capas delgadas de color gris oscuro o negro, que incluye partes arenosas grises y numerosas bandas de pedernal.

Algunas de las calizas son finamente laminadas, en la cima se observan estratos con espesor de 1.2 a 1.5 m de calizas compactas, la parte superior es delgada y desigual, se diferencia litológicamente de la Formación Indidura.

Muir (1936) incluyó en la descripción del miembro superior de la Formación Tamaulipas Superior, lo que en la actualidad se conoce con la Formación Cuesta del Cura, que Imlay había definido en la Sierra de Parras.

b) Distribución.- Aflora principalmente en el Anticlinorio de Santa Catarina y en el Anticlinorio de San Antonio Rul.

c) Litología.- En el área de estudio consiste en calizas de color gris oscuro a la fractura, que intemperizan a gris claro. La textura varía de mudstone a wackestone presentando microfósiles (observados en las láminas 1202, - 1204, 1208, 1209, 1210, 1215), como calciesférulas y globi gerínidos. Los microfósiles son escasos pero en algunas capas son abundantes, presentandose entre ellos, cefalópodos (amonoideos), bivalvos (inocerámidos).

La caliza incluye partes arcillosas y abundantes bandas de

pedernal negro de 5 cm de espesor, presentando capas dolomitizadas de 20 cm de espesor, así como capas de 30 a 40 cm de conglomerado calcáreo, constituidos por clastos de caliza de textura mudstone y otros clastos dolomitizados (lámina 1216, 1218) y fragmentos de pedernal negro, el color varía de blanco a gris oscuro, con tamaños que varían de arenas hasta guijarros, en una matriz calcárea con mala selección, las capas de calizas son de 10 a 20 cm de espesor y algunas de 40 a 60 cm.

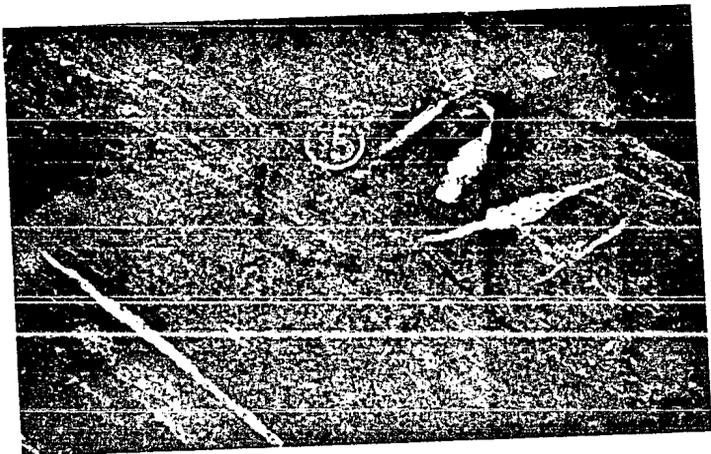
Algunas capas presentan estructuras primarias como son estratificación cruzada, laminaciones, algunos olistolitos (fotografía 1 y la.), así como estructuras secundarias -- como estilolitas y boudinage.

d) El espesor medido sobre la carretera Ahualulco- Char--cas arriba del Arroyo El Malacate es como sigue:

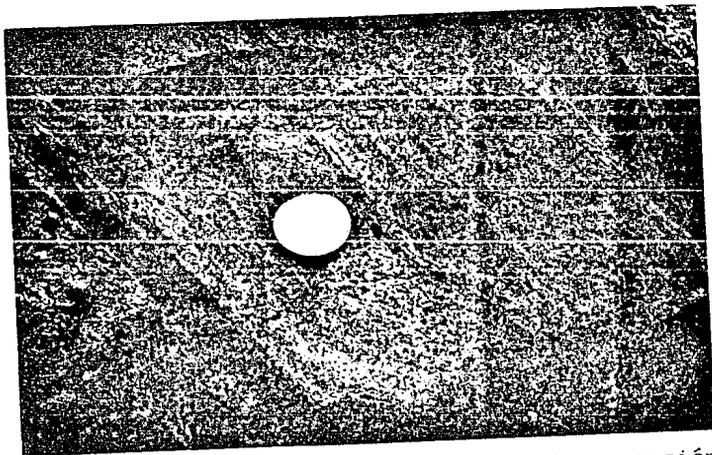
Considerando como cima el horizonte conglomerático de la formación utilizado por Wiedmann (1979) para marcar el contacto entre la Formación Cuesta del Cura y la Formación --Indidura o su equivalente en edad (Fm. Agua Nueva)

#### Unidad A

Conglomerado calcáreo intraformacional constituido por clastos de dolomía, caliza y pedernal negro, el tamaño de los clastos varía de arena a guijón así como también de color gris claro a gris oscuro, con textura mudstone el cual tie



Fotografía 1



Fotografía 1a. Olistolitos de la Formación  
Cuesta del Cura.

ne muy mala selección, el espesor de las capas es de 40 cm, en algunas partes presenta nódulos de hematita de 2 cm, se encuentra intercalado con capas dolomitizadas de color -- gris oscuro con estilolitas de 10 a 20 cm de espesor.

#### Unidad B

Caliza con laminaciones que varía de textura mudstone a wackestone de color gris claro, presentando lentes y nódulos de pedernal negro en forma circular, en algunas capas hay olistolitos.

#### Unidad C

Caliza de color gris oscuro a la fractura y de gris claro a gris oscuro al intemperismo, con textura que varía de - mudstone a wackestone, con o sin bandas de pedernal negro, en algunas incluye partes arcillosas, con fósiles que se encuentran en general sustituidos por carbonato de calcio. Algunas capas contienen Inoceramus cf. pictus y crinoides. Los espesores de las capas varían de 10 a 20 cm alcanzando en algunos sitios de 40 a 60 cm. Se observan zonas - de deslizamiento constiuído por arcillas de color amari-- llo claro que varía de centímetros hasta 1 m, que constitu<sup>yen</sup> zonas de falla.

El espesor total medido es de 78 m (sin incluir la base), según la reconstrucción de la sección es de 200 m aprox.

e) Edad.- En el noreste de Zacatecas, Imlay (1936) le asignó una edad del Albiano temprano al Cenomaniano temprano, pero Kelly (1936) en la localidad tipo, le asigna una edad del Albiano tardío, Cenomaniano y Turoniano.

Al área de estudio se le asigna un alcance estratigráfico del Albiano Medio al Cenomaniano Superior, con base - en su contenido fosilífero (Fig. 6) (fotografías 2 a 9)

f) Relación Estratigráfica.- En el área de Ahualulco (Anticlinal de la Parada) esta formación descansa sobre la Formación La Peña (Espinosa 1975). En el área de estudio no aflora, aunque Labarthe y colaboradores (1982) cartografiaron siguiendo la descripción de Imlay (1939) y declararon identificar el miembro basal, mismo que no observamos.

De estar presente este miembro se debe considerar la reddefinición de Humphery (1949).

La Formación Cuesta del Cura subyace concordantemente a la Formación Indidura.

g) Correlación.- Esta formación es correlacionable con la Formación Abra en la Plataforma Valles-San Luis Potosí, además con la Formación Aurora del norte de México.

h) Ambiente de depósito.- La formación Cuesta del Cura muestra estructuras primarias como son:

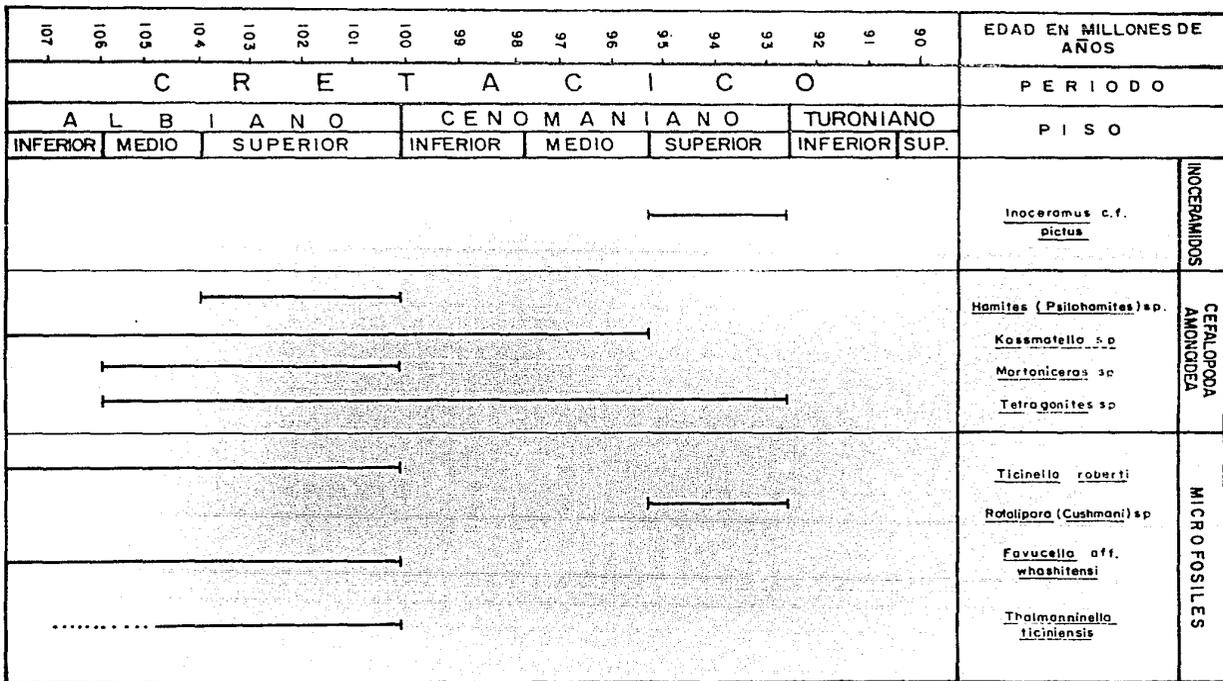
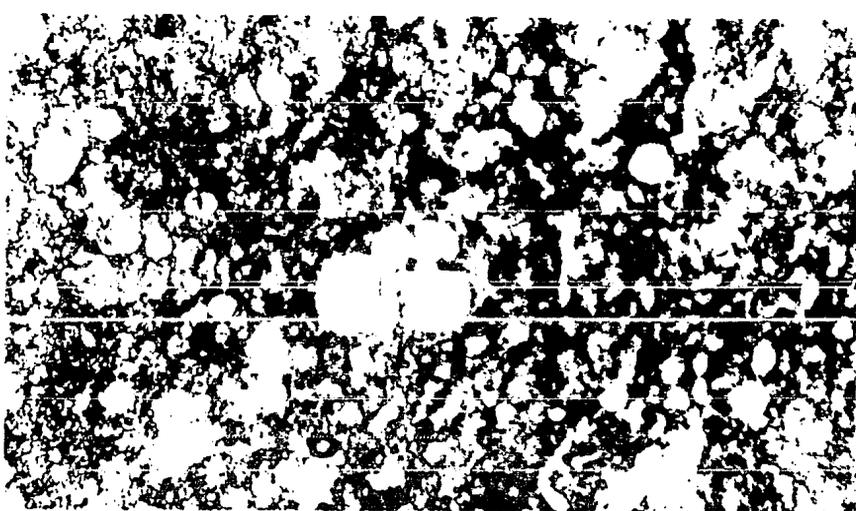


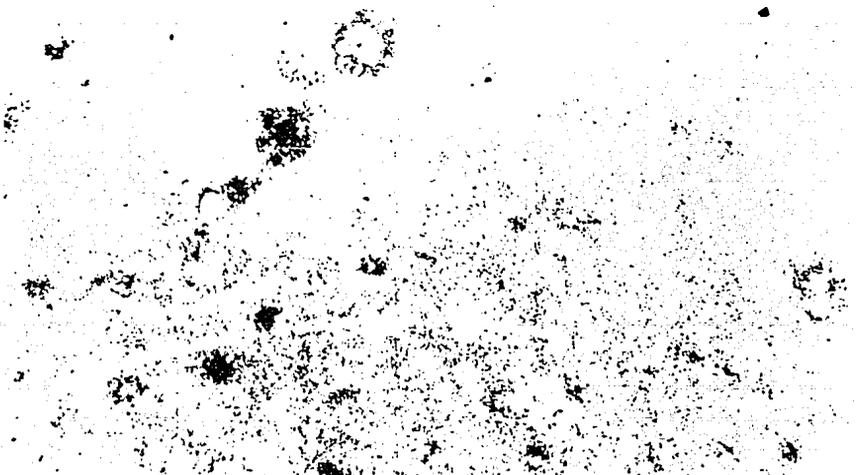
FIG. 6 DISTRIBUCION PALEONTOLOGICA.

NOTA: Los Inocerámidos fueron identificados por Ekbert Seiberta, los Amonitas por Enrique Rivera y los Microfosiles por Cecilia Cobatón

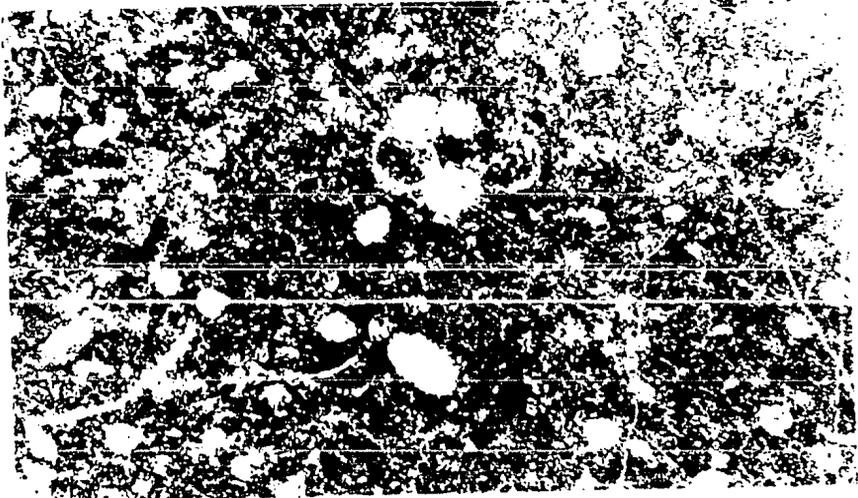
SALVATIERRA D.  
TERRONES V. 1986.



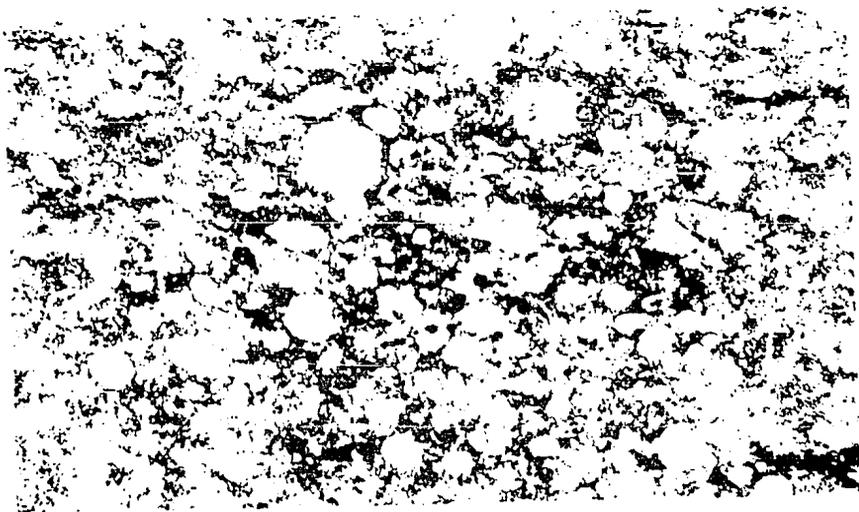
Fotografía 2 Favusella aff. washitensis  
Formación Cuesta del Cura  
Luz Paralela 4 X 12.5



Fotografía 3 Ticinella roberti  
Formación Cuesta del Cura  
L.P. 4 X 12.5



Fotografía 4 Hedbergellas sp. y Pithonella spp.  
Formación Cuesta del Cura  
L. P. 10 X 12.5



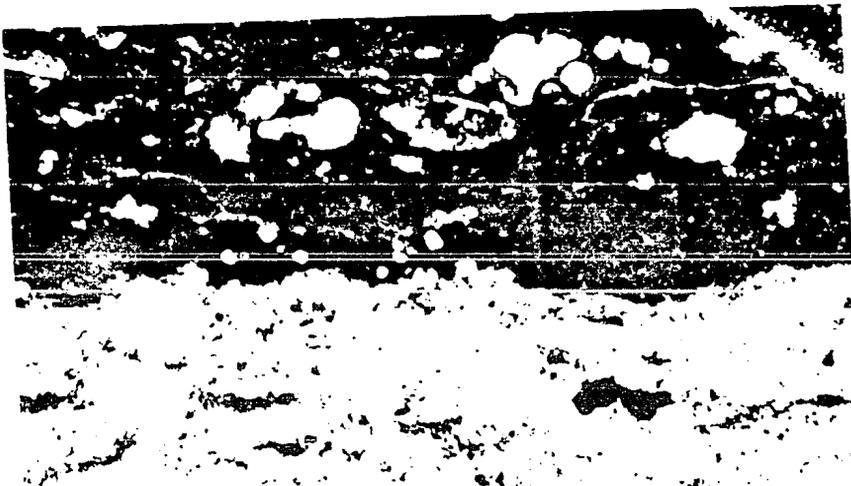
Fotografía 5 Calciesférulas  
Formación Cuesta del Cura  
L. P. 10 X 12.5



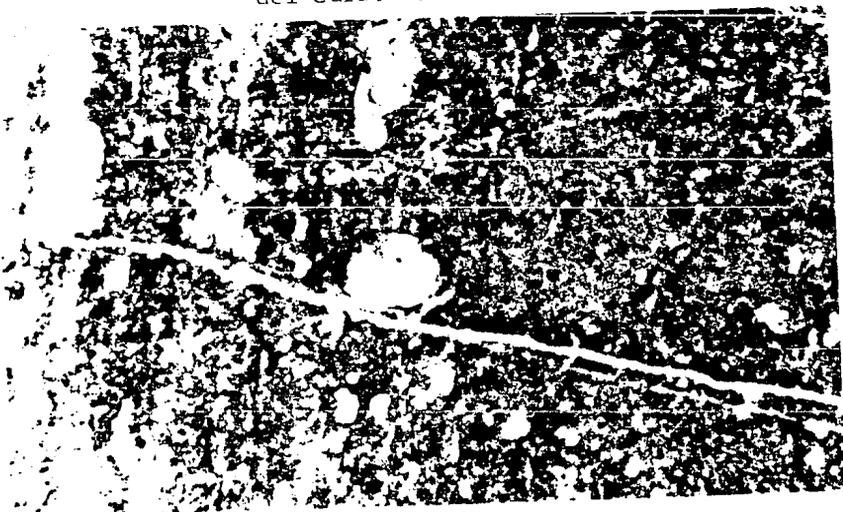
Fotografía 6 Ticinella sp. y Calciesférulas  
Formación Cuesta del Cura  
L.P. 10 X 12.5



Fotografía 7 Rotalipora sp.  
Formación Cuesta del Cura  
L. P. 10 X 12.5



Fotografía 8 Ticinella sp. Además se puede apreciar cambios texturales. Formación Cuesta del Cura. L. P. 10 X 12.5



Fotografía 9 Ticinella sp.  
Formación Cuesta del Cura.  
L. P. 10 X 12.5





Fotografía 10 Estratificación cruzada dentro de  
la Formación Cuesta del Cura.



Fotografía 11 Conglomerado Intraformacional de  
la Formación Cuesta del Cura.

Consiste en lutitas, calizas quebradizas y lajas de calizas que contienen fósiles indicativos del Albiano Superior, Cenomaniano, Turoniano. El espesor que tiene la formación es de 30.5 m.

Posteriormente Imlay (1936, p. 1125) la reafirmó en el área de la Sierra de Parras, donde también midió varias secciones y dividió la formación en cinco miembros, describiendo de la base a la cima.

#### Miembro 5

Consiste en calizas arcillosas de estratificación delgada de color pardusco-negro hasta amarillento-pardo.

Un poco amarillento claro con superficies irregulares - contiene numerosas marcas orgánicas. Los fósiles identificados por Kellum son amonites de la especie Peroniceras sp. El espesor es de 30.5 m.

#### Miembro 4

- i) Consiste de lutitas calcáreas de color pardusco a negro, con caliza de estratificación delgada de color pardo a negro; el espesor es de 49 m.
- ii) Lutitas calcáreas de color pardusco-negro, con unas pocas capas de calizas que varían de 5 cm a 20 cm de espesor; que intemperizan a naranja claro. El espesor del miembro es de 55 m.

## Miembro 3

i) Consiste en calizas arcillosas y lutitas, capas de caliza oscura que varían de 15 a 30 cm de espesor con lutitas de 3 a 45 m.

Muchas capas de caliza intemperizan de amarillo claro a naranja claro, las conchas de Inocerámidos son frecuentes en las calizas en la base contienen Inoceramus sp. cf. I. labiatus, espesor de 96 m.

ii) Consiste en calizas con intercalaciones de lutita, - las lutitas son fósiles de color gris a negro, con un espesor de 2 a 3 m.

La caliza es negra, se presenta en estratos con espesor de 0.3 a 3.6 cm, y llega a ser más común hacia la cima, muestra un color de intemperismo grisáceo a amarillento, pero en algunos metros es de color naranja oscuro su espesor es de 117 m.

## Miembro 2

Lutitas calcáreas, fósiles nodulares de color gris oscuro a negro, raramente rosa, con capas de caliza negra, cuyo rango de espesor es de 2.5 cm a 3 m, las lutitas intemperizan a gris pardo, en algunos lugares a rosáceo. La caliza intemperiza de amarillo claro a gris. El espesor de este miembro es de 198 m.

## Miembro 1

Capas delgadas intercaladas con lutitas. La caliza es negra, se presentan en laminaciones e intemperiza de amarillo claro a gris.

Las lutitas se presentan en láminas delgadas físciles de color gris oscuro, en sitios yesíferos intemperizan a gris. A 39.5 m de la base, contiene Turrilites sp. cf. - I. scheuchzeri (Böse).

El contacto con la Formación Cuesta del Cura es abrupto; el espesor del miembro es de 106.5 m.

El espesor total medido en la Sierra de Parras es de 652 m.

b) Distribución.- Aflora en la parte oriente, centro y poniente del Anticlinorio de Santa Catarina, en Morados, así como en el Cerro del Malacate, sobre el Arroyo Saucón.

c) Litología.- Consiste en calizas arcillosas de color negro a pardo a la fractura, el color varía de gris verdoso a rosáceo al intemperismo; la textura es de tipo mudstone, puede tener o no pedernal, el espesor de las capas es de 10 a 20 cm y algunas hasta de 40 cm.

Presenta algunas capas carbonosas; así como también horizontes de óxidos de Fe de pocos milímetros de espesor, de color rojo y laminaciones, (fotografía 12).



Fotografía 12 Cambio textural en la Formación Indidura, en la porción superior se observan interclastos, mientras que en la inferior su textura cambia a mudstone. L. P. 4 X 12.5

Las calizas se encuentran intercaladas con lutitas frágiles calcáreas de color rosáceo con un espesor que varía de 40 a 60 cm.

Existen capas de arenisca de color negro, las cuales presentan gradación de grano hacia la base de la formación de calizas arcillosas, se encuentran intercaladas con lutitas calcáreas y horizontes de yeso color blanco. Las calizas - contienen fósiles como Inocerámidos.

Se observan estructuras secundarias del tipo boudinage, la pías y microfallas.

d) Espesor.- El espesor fue medido en el arroyo Morados como sigue:

Unidad A

Consiste principalmente en calizas arcillosas de color gris oscuro a gris verdoso a la fractura y rosáceo pardo a amarillo al intemperismo, de textura mudstone a wackestone; presenta lentes de forma elíptica discontinuos, constituidos - por calizas arcillosas de color gris oscuro, el espesor es de 10 a 20 cm con horizontes escasos de hematita de 1 cm, - presenta nódulos de pedernal de color gris claro.

La caliza tiene laminaciones y se encuentra intercalada con horizontes arcillosos de 4 a 5 cm y algunos hasta de 17 cm de lutitas calcáreas y margas, las primeras son de color -

rosáceo de 10 cm de espesor. Las margas tienen un color - rosa oscuro, debido a que difieren en contenido de carbonato de calcio y de arcilla. Se resalta que las calizas - son más resistentes a la erosión.

#### Unidad B

Constituidas por calizas arcillosas de color rosa al intemperismo y cercanas a la base se encuentran intercaladas con yeso de 2 cm de espesor, con horizontes de hematita de 2 cm y con horizontes dolomíticos de un color amarillo ocre de - 10 cm de espesor.

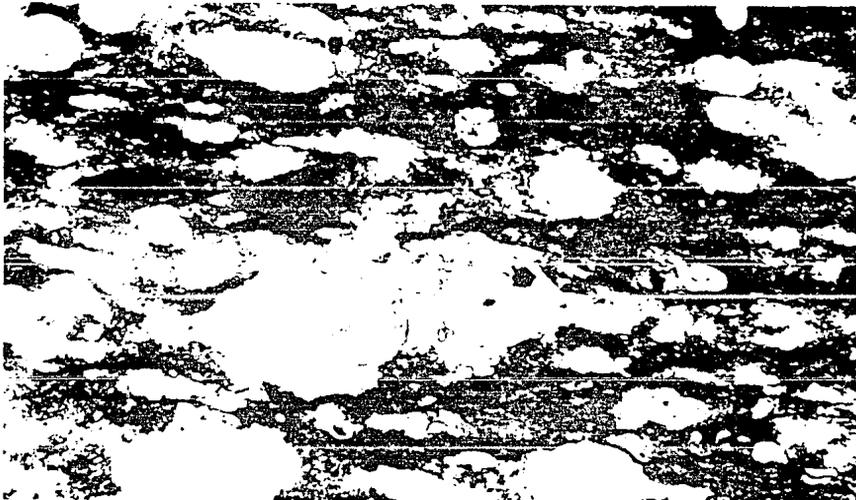
La unidad se caracteriza por contener capas de caliza carbonosa y escasos fósiles como Inocerámidos y vértebras de pez. Las unidades A y B presentan características que permiten - distinguirlas, estas se encuentran afectadas por pequeñas - fallas de desplazamiento y planos de deslizamiento de capa, el espesor total medido es de 58.3 m ( sin incluir la base).

e) Edad.- La mayoría de los trabajos cercanos y dentro del área de estudio colocan a la formación Indidura en el Turoniano, en el presente trabajo se reporta la presencia de - los siguientes fósiles que permiten determinar su edad:

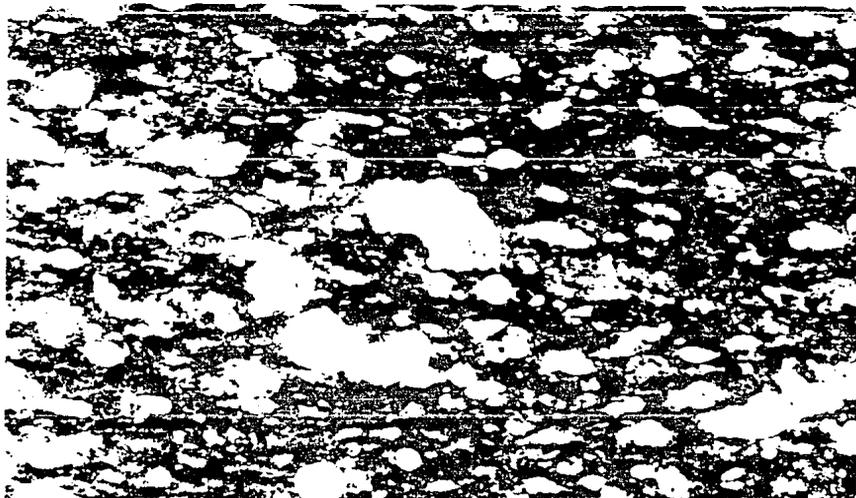
Inoceramus (Mytiloide) subhercynicus e I. (M)

hercynicus\* (ver anexo)

Globigerínidos: Rotalipora cushmani (fotografía 13)



Fotografía 13 Rotalipora cushmani  
Formación Indidura  
L. P. 4 X 12.5



Fotografía 14 Rotalipora greenhornensis  
Formación Indidura  
L. P. 10 X 12.5

Rotalipora greenhornensis

(fotografía 14)

y vertebras de pez de la clase osteichthyes, subclase actinopterieg, infraclase teleostei. La infraclase teleostei incluye a la mayoría de los peces modernos, tiene un alcance estratigráfico del Triásico Medio al Reciente y adquirió su caracter dominante a partir del Cretácio Medio.

Nota: Los Inoceramus fueron identificados por Ekbert - Seibertz, los amonitas por Enrique Rivera y los - microfósiles por Cecilia Caballero. Que confirman una edad del Turoniano.

f) Relación Estratigráfica.- Sobreyace concordantemente a la Formación Cuesta del Cura y se encuentra descansando concordantemente a la Formación Caracol, (fotografía 15).

g) Correlación.- La Formación Indidura es correlacionable con la Formación Agua Nueva.

h) Ambiente de depositación.- La Formación Indidura muestra ciertas características notables como son la presencia de yeso de 2 cm intercalado con calizas arcillosas, láminas de hematita y lutita carbonosa que contienen fragmentos y ejemplares completos de Inocerámidos por lo que en -

la región de Camacho Zacatecas, han sido interpretado el depósito de Bolaños (1981) dentro de numerosos bancos de arena.

Por las características que presenta la formación nos indica que fué depositada en ambiente de Talud.

#### Formación Caracol (Ksc)

a) Definición.- El nombre de Formación Caracol fué definido por Imlay (1937, p. 616) quién aplicó esta denominación a una serie de tobas desvitrificadas, lutitas y caliza, que descansa directamente sobre la Formación Indidura.

La localidad tipo se encuentra en la parte central de la - Sierra de Parras donde es definida de la siguiente manera:

Descripción	Espesor (m)
1.- Se trata de capas de tobas de grano fino, compactas y quebradizas, de color amarillo blanco a amarillo, pardo, que intemperizan a un color crema.	7.5 m
2.- Areniscas tobáceas intercaladas con capas tobáceas, de color gris a amarillo grisáceo.	22.5 m

Descripción	Espesor (m)
3.- Lutitas y tobas, de color gris amarillento	19.0 m
4.- Novaculita semejante a la de la unidad 14	0.5 m
5.- Lutitas fósiles, de color gris intercaladas con tobas arenosas, de color gris amarillento, contiene <u>Inoceramus</u> cf. <u>convexus</u> .	8.5 m
6.- Novaculita semejante a la de la unidad 14	1.0 m
7.- Areniscas y tobas intercaladas semejante a la unidad 5, predominando lutitas fósiles, de color gris, pero las areniscas tobáceas son más abundantes hacia la cima	41.5 m
8.- Novaculita semejante a la de la unidad 14	2.0 m
9.- Lutitas fósiles, de color gris oscuro, intercaladas con capas lenticulares de caliza negra, de 15 cm de espesor, a los 20.3 m de la cima contiene capas de tobas de grano fino.	27.0 m

Descripción	Espesor
10.- Novaculita parecida a la unidad 14	3.0 m
11.- Calizas fíisiles pardo negruscas	4.0 m
12.- Lutitas gris oscuro predominantemente delgadas. Presenta algunas capas intercaladas de lutitas y areniscas tobáceas, de color <u>amari</u> llo; así como algunas de tobas <u>ama</u> rillas.	
13.- Lutitas y tobas grises, en algunos lugares muy delgadas y finas que <u>in</u> temperizan a gris amarillento, hay de la cima algunas capas de tobas - amarillas, de 0.5 cm de espesor.	26.62 m
14.- Novaculita, amarilla, quebradiza en piezas rectangulares con fracturas cementadas por calcita, intemperizan de amarillo a rojo.	1.5 m
15.- Lutitas predominantemente delgadas y finas de color gris; algunos estratos de tobas, de color amarillo. Las calizas son arcillosas con <u>estra</u> tos delgados, las cuales se observan a 7.62 m de la base; incluye capas	

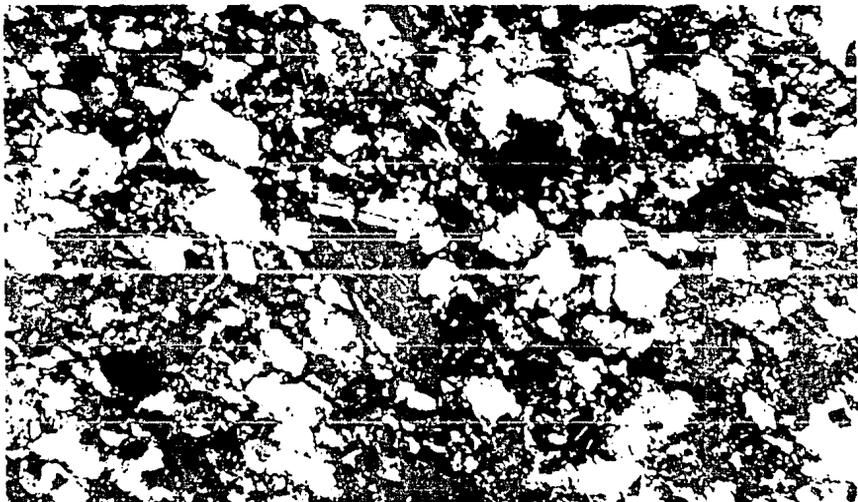
Descripción	Espesor
delgadas de tobas de grano fino de color amarillento grisáceo.	55.0 m
16.- Capas delgadas de tobas y areniscas tobáceas intercaladas, de color gris amarillento.	5.5 m
17.- Lutitas delgadas y finas que contienen capas de tobas, de color gris amarillento.	2.5 m
18.- Tobas, capas delgadas esquistosas, grano fino, amarillo grisáceo, intemperiza de un color rojo amarillento a rojo pardusco, contienen capas de lutitas tobáceas, de color amarillo.	24.9 m
19.- Calizas en capas delgadas con nódulos de color negro pardusco a negro, intemperiza amarillento a color crema contiene probablemente marcas de base.	2.13 m
20.- Tobas, de color gris amarillento calcáreo, que intemperizan de amarillo a rojo amarillento.	1.35 m
El espesor total medido en la localidad es de	272.0 m
b) Distribución.- Aflora principalmente en el oriente del	

Poblado del Pedernal, en el Arroyo Membrillo, en la Mesa los Cochinos, en los poblados de San Antonio Rul y Guajuato, casi en su totalidad en el centro del área de estudio y al sur en el poblado de Puerto de los Duques.

c) Litología.- Consiste en arenitas arcóscicas a grauvacas feldespáticas (fotografía 17), constituidas por feldespatos, cuarzo, fragmentos de roca y en menor cantidad de minerales como muscovita, rutilo, apatito y hematita. Los feldespatos que se observan son plagioclasas (andesina-oligoclasa) y microclina angulosa a subangulosas las primeras se encuentran parcialmente seritizadas aunque se llegan a observar con - maclas.

Los cuarzos que se presentan son angulosos y subangulosos, con forma anhedral, son limpios y al microscopio se observan con extinción recta y algunas veces ondulante.

Los fragmentos que se encuentran son de tres tipos: fragmentos de caliza, de pedernal y de constituyentes volcánicos, algunos se encuentran cloritizados aunque cabe señalar que existen fragmentos que aun conservan su textura microlítica de plagioclasas, (fotografía 18), a veces acompañados por - magnetita que puede corresponder a rocas andesíticas similares a las descritas por Tardy (1973, pág. 9). En general - los tamaños de los granos son muy variados de 0.05 a 0.03 - mm.



Fotografía 17 Arenita arcósica con fragmentos de roca volcánica. N. X. 4 X 12.5



Fotografía 18 Textura Microlítica, detalle de un fragmento de roca volcánica donde aún conserva su textura original. L.P. 10 X 12.5

Por lo que podría decirse que existe una mala selección. Las areniscas presentan un color gris verdoso a la fractura e intemperizan a verde oliva y amarillo con capas de 60 a 10 cm de espesor, en estas capas de arenisca se encuentran fracturas rellenas de cuarzo, así como la presencia de marcas de base y de corriente (fotografía 16), y estructuras como estratificación cruzada y gradada.

Las areniscas se encuentran intercaladas con lutitas delegneables, de color verde oliva de 10 cm de espesor, el contenido de fósiles es muy escaso pero se llegaron a observar algunos, por lo que su estudio es difícil.

d) Espesor.- El espesor fué medido sobre el arroyo Morados y es como sigue:

Unidad A

Areniscas, de color gris verdoso a la fractura y al intemperismo verde oliva con tintes rojizos de grano medio, con la característica peculiar de que se hallaron fragmentos de la misma unidad dentro de las areniscas, los minerales que se presentan son los feldespatos, cuarzo, fragmentos de roca - y muscovita en estratos de 22 a 60 cm. En estos estratos de arenisca se presentan marcas de base y estratificación cruzada y gradada. Se encuentran intercalados con lutitas sedosas con superficies tersas y quebradizas, de color verde -



Fotografía 15 Contacto entre la Formación Indidura y La Formación Caracol.



Fotografía 16 Marcas de Corriente dentro de la Formación Caracol.

amarillo, de 25 a 60 cm de espesor.

El espesor medido es de 82 m.

e) Edad.- Solo se hallaron fragmentos de fósiles no identificables; debido a su relación estratigráfica su edad fue considerada del Post-Turoniano.

f) Relación Estratigráfica.- La Formación Caracol se encuentra descansando concordantemente sobre la Formación Indidura y está cubierta discordantemente por la Formación Cenicera.

g) Correlación.- La Formación Caracol puede correlacionarse con la Formación San Felipe de la región de El Catorce en San Luis Potosí.

h) Ambiente de Depositación'- La formación presenta características muy distintivas como es la presencia de fragmentos de roca volcánica de tipo intermedio que se observan en las láminas 1203, 1205, 1207, 1211, 1217, 1224. Se observa estratificación gradada, estratificación cruzada y marcas de flujo (flow mark), esta última es característica de las secuencias de tipo Flysch (Sanders, 1965). De lo anterior se puede decir que la formación se depositó en corrientes de Turbididad, en un ambiente de Talud con influencia continental.

### 3.2 Sistema Terciario

#### Formación Cenicera (Tc)

a) Definición.- Esta unidad fué descrita por Labarthe y Tristán (1978), en el arroyo de la Cenicera, al cual consideran como localidad tipo, esta localidad se encuentra localizada a 5.5 Km al SE del poblado de Villa de Reyes, S.L.P. descrita de la siguiente manera.

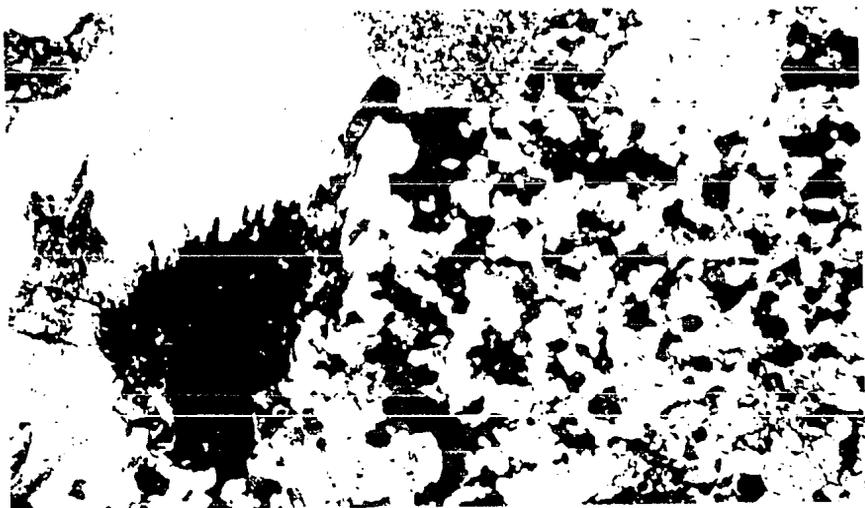
"Consiste de una secuencia de brechas, conglomerados, areniscas poco consolidadas, limos y arcillas, este tiene frecuentes cambios laterales".

La sección tipo medida de la base a la cima en el arroyo de la cenicera consiste de lo siguiente:

Descripción	Espesor (m)
1.- Sedimentos limo-arenosos sin estratificación, poco consolidados, de color verdoso. En ocasiones tiene fragmentos de 1 a 3 cm de areniscas de la Formación Caracol.	10.0
2.- Brecha mal clasificada, con fragmentos angulares, lajosos y subredondeados, de areniscas verdosas y lutitas de la Formación Caracol.	

Descripción	Espesor (m)
Los fragmentos son de 1 a 15 cm, predominando los de 4 a 6 cm, esta parcialmente consolidada.	15.0 m
3.- Idem al tramo 1	10.0 m
4.- Idem al tramo 2	10.0 m
5.- Semejante al tramo 2, pero con fragmentos más grandes, hasta de 40 cm predominando los de 10 cm	5.0 m
6.- Conglomerado mejor consolidado, con fragmentos subredondeados de calizas predominantemente, pedernal y de areniscas, de 3 a 15 cm con algunos horizontes con fragmentos pequeños de 3 a 5 cm.	100.0 m
7.- El conglomerado del tramo anterior - se vuelve de color rojizo, predominando los fragmentos de 5 cm. Se llegan a observar aisladamente - fragmentos angulares de vitrificados e ignimbrita riolítica	10.0 m "
Espesor medio 160 m.	

- b) Distribución.- Se encuentran ampliamente distribuidos en la porción sur de la Hoja Moctezuma.
- c) Litología.- Consiste en fragmentos de areniscas, pedernal y roca ígnea intrusiva que varía de tamaño de arenas a bloques predominando los primeros, se encuentran poco consolidados, en su mayoría lo constituyen los fragmentos de granito de muscovita el cual se observa turmalinizado (fotografía 19). En ocasiones estos fragmentos se encuentran dentro de una matriz limosa.
- d) Espesor.- El espesor estimado en base a la reconstrucción de una sección BB' es de 80 m.
- e) Edad.- Estudios hechos por la Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la S.A.R.H. ( en Labarthe 1982, p. - 30) reportan las especies Clasopollis sp., Triatripollanites sp., las cuales son características del Paleoceno-Eoceno. En la parte sur de la hoja Moctezuma fué fechada una andesita en  $44.1 \pm 1.5$  millones de años que le sobreyace por lo que se considera una edad Paleoceno-Eoceno temprano. (37.6 a 65 millones de años) (Labarthe 1982).
- f) Relación Estratigráfica.- Descansa la Formación Cenicera discordantemente sobre la Formación Caracol en el Pobla



Fotografía 19 Granito turmalinizado de la  
Formación Cenicera  
N.X. 4 X 12.5

do de Rincón de la Yerbabuena y subyacen discordantemente las Formaciones Andesita Casita Blanca y Riolita Panalillo.

g) Correlación.- Por su carácter continental no existen elementos para correlacionarlo.

h) Ambiente de Depósito.- La presencia de fragmentos de arenisca de la Formación Caracol y pedernal de la Formación Cuesta del Cura nos indica un depósito continental Pos-orogénico del tipo abanico aluvial.

#### Formación Andesita Casita Blanca (Tcb)

a) Definición.- Esta unidad fué propuesta por Labarthe y Tristán (1978) en las inmediaciones de la Ranchería - Casita Blanca considerándola como localidad tipo.

Se trata de una andesita, de color gris oscuro a verdoso, de textura porfirítica y pilotaxítica con 5% de fenocristales de 1 a 2 mm, de biotita y plagioclasa en una matriz afanítica, compuesta de un agregado de microlitos de plagioclasa, contiene abundantes vesículas, rellenas de calcedonia, hacia su base en general tiene numerosas vetillas de calcita en todas direcciones. En Santa Catarina, S.L.P. consiste de un lahar de material andesítico.

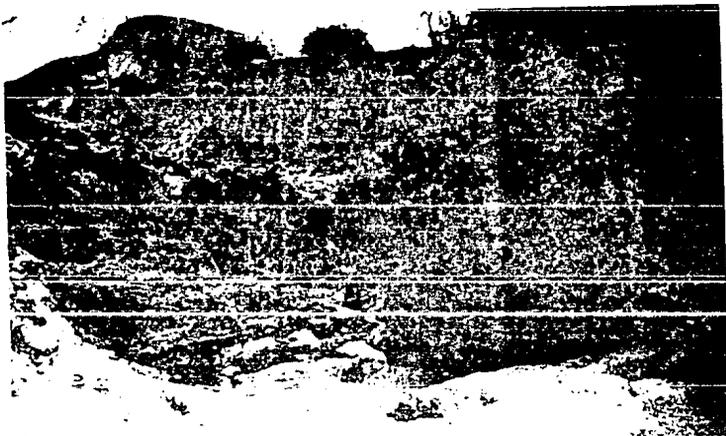
b) Distribución.- Aflora solo en algunos sitios específicos como Charco de Lobo, Cerro Jacalón, Poblado de Mezquitil, así como en el Poblado de la Aduana.

c) Litología.- Consiste localmente de una brecha explosiva y flujo de lava (fotografía 20), se trata de una andesita de color negro con textura merocristalina-microlítica-amigdaloides, afanítica y de matriz vítrea (lámina 1225) (fotografía 21), la cual contiene 83 % de plagioclasas - (andesina-oligoclasa) en microlitas y minerales accesorios como olivino cloritizados en 2% y magnetitas 1% que se encuentran en una matriz vítrea 10%, sus espacios se encuentran rellenos de calcedonia 4%, estos últimos se hallan orientados, las fracturas están rellenas de calcita e intemperizan a un color rojo oscuro.

d) Espesor.- El espesor que presenta en esta localidad es aproximadamente de 20 m.

e) Edad.- Su edad determinada por el método K/Ar es de  $44.1 \pm 2.2$  millones de años la cual corresponde a una edad de Eoceno Medio. (Labarthe y colaboradores op. cit).

f) Relación Estratigráfica.- La Formación Andesita Casita Blanca sobreyace discordantemente a la Formación Caracol -



Fotografía 20 Centro emisor de las andesitas de la Formación Casita Blanca.



Fotografía 21 Textura microlítica de la Andesita Casita Blanca. N.X. 4 X 10.5

en el Potrero Milpagrande y subyace discordantemente a la Latita Portezuelos.

g) Correlación.- Estas rocas pueden correlacionarse con las rocas andesíticas reportadas por Mc.Dowell (1977) al sur de la ciudad de Durango.

h) Ambiente de Formación.- El aparato volcánico, tiene un radio de 4 a 5 m, constituido en su parte central por una brecha explosiva que constituye una etapa freatomagmática, alrededor de este conducto se tiene flujo de lava, ambos constituidos por rocas de tipo andesítico, dicho evento es resultado de una erupción de un cono cinerítico.

Es posible que este evento se encuentre relacionado con un fracturamiento producido en la etapa primaria de la formación de una caldera, según el modelo propuesto por Smith y Baley (1968).

Cabe mencionar que en el poblado de Ahualulco, Labarthe y Tristán (1982) mencionan la caldera de Ahualulco y que quizá este magmatismo represente una de las primeras etapas de la caldera antes mencionada.

Ferris (1985) describe a este tipo de magmatismo como una de las primeras etapas de actividad volcánica en la Caldera Hueros, Puebla, representada por la erupción de lavas andesíticas y ferrobasálticas. De ser cierto esto, está primera -

etapa, puede ser representada por la Formación Andesita - Casita Blanca en base a su edad radiométrica que ubica a estas rocas volcánicas como las más antiguas de la región.

Formación Dacita Jacavaquero (Tj)

a) Definición.- Fué descrita por Labarthe y Tristán (1982) como localidad tipo en el arroyo Jacavaquero a 1 Km al E - del Km 24 de la carretera Ahualulco-Charcas donde describe a la Formación Dacita Jacavaquero de la base a la cima de la siguiente manera:

Descripción	Espesor
1.- Formación Cenicera	75.0 m
2.- Casita Blanca	20.0 m
3.- Dacita Jacavaquero, flujo de lava de color gris claro, con textura porfirítica y fluidal, con 15% de fenocristales de 2 a 3 mm de plagioclasas, biotita y horblenda en una matriz vítrea, parcialmente desvitrificada, tiene pliegues de flujo.	167.0 m
4.- Vitrófico negro	3.0 m
5.- Latita Portezuelo	55.0 m "

b) Distribución.- Aflora principalmente cercano al Poblado de la Yerbabuena.

c) Litología.- Consiste de flujo de lava y brecha (fotografía 22), constituida por dacitas, de color gris oscuro, de textura merocristalina, microlítica-amigdalóide, las cuales se encuentran rellenas de calcedonia la matriz esta constituida principalmente por microlitos de plagioclasa (oligoclasa-andesina) 80%, los minerales accesorios son: clorita 3% y magnetita 2%, dentro de una matriz vítrea de 15% (lámina 1222).

Las vesículas rellenas por calcedonia se encuentran orientadas.

d) Espesor.- El espesor estimado en base a la sección BB' es de 120 m aproximadamente.

e) Edad.- Con base en su posición estratigráfica se considera que tiene una edad Post-Eoceno.

f) Relación Estratigráfica.- Sobreyace a la Formación Cenizera discordantemente en el Cerro Ramboazo y subyace a la Latita Portezuelo.

g) Ambiente de formación.- Esta formación fue originada a partir de una erupción producida por un cono cinerítico, es



Fotografía 22 Centro de emisión de la Formación  
Dacita Jacavaquero.

te aparato se encuentra constituido en su parte central por una brecha explosiva y flujo de lava, ambos de rocas dacíticas, este tipo de magmatismo intermedio ha sido interpretado por Ferriz (1985) como una de las primeras etapas de actividad volcánica en la caldera de los Humeros, Puebla.

Quizá representa una de las etapas evolutivas de la caldera de Ahualulco propuesta por Labarthe (1982).

#### Formación Latita Portezuelo (Tlp)

á) Definición.- Fué descrita por Labarthe y Tristán (1982), en los cerros ubicados al oriente del poblado de Portezuelo, S.L.P. definiendo a este sitio como localidad tipo, describiendo a la Formación Latita Portezuelo de la base a la cima de la siguiente manera:

Descripción	Espesor (m)
-------------	-------------

"1.- Aluvión (Q)

2.- Ignimbrita de color rosa, morado claro, con 10% de fenocristales de cuarzo y sanidino de 2 a 3 mm con pómez colapsada y algunos líticos de la Formación Caracol, de 0.5 a 2 cm de diámetro, con -- cristalización de óxidos de hierro en -

## Descripción

Espesor (m)

en fase de vapor en fracturas (Miembro Ignimbrita Membrillo, base de la Latita Portezuelo, Tim)

Espesor aflorante

5.0 m

- 3.- Toba depositada por el aire, de color blanco con algo de cloritización, con algunos fenocristales de cuarzo, sanidino y biotita, pómez sin colapsar y pequeños líticos (parte superior del Miembro de la Ignimbrita Membrillo, Tim)

12.0 m

- 4.- Latita Portezuelo (Tlp). Los primeros 35 m aflorantes consisten en una roca deleznable que al intemperizar forma una gravilla; en general se trata de una roca de color café claro, con 20% de fenocristales de 2 a 5 mm de plagioclasas, sanidino y aislados de cuarzo, en matriz desvitrificada: tiene hematita y magnetita en fracturas diseminada hacia su parte superior, forma estructura columnar y fluidal. Su espesor -

Descripción	Espesor (m)
aflorante, debido a que su contacto con su miembro inferior (Tim) es por falla, es de	150.0 m
Espesor total de la Latita Portezuelo, incluyendo su miembro inferior (Tim)	167.0 m

5.- Ignimbrita Ahualulco (Tia) ".

b) Distribución.- Se encuentra ampliamente distribuida en la Sierra El Jacalón; en los cerros las Cobras, Zosayate, La Jícara y Horicueme.

c) Litología.- Consiste en una toba ignimbrítica, merocristalina en una matriz afanítica, de textura piroclástica, constituida por cuarzo, oligoclasa, sanidino, plagioclasa zonada y fragmentos de roca de tipo intermedio, con textura porfirítica estos contienen plagioclasas zonadas, microlitos de plagioclasa, con cristales subhedrales, de color pardo rojizo y biotita con borde de hematita (fotografía 23). Presenta un color gris claro a la fractura e intemperismo rojo claro.

e) Espesor.- El espesor estimado a partir de la sección BB' es de 160 m aproximadamente.

f) Edad.- Su edad determinada por el método K/Ar es de 30.6<sup>+</sup> 1.5 millones de años que corresponden al Oligoceno Medio. (Larbarthe y colaboradores, 1982).



Fotografía 23 Fragmento de roca dentro de la  
Formación Latita Portezuelo  
(textura porfirítica)  
L. P. 4 X 12.5

f) Relación Estratigráfica.- Descansa discordantemente sobre la Formación Cenicera y subyace a la Riolita San Miguelito (Labarthe, 1982, p. 69).

g) Correlación.- Esta formación es correlacionable con las Ignimbritas Cuauhtémoc de la Sierra Choriachic.

h) Ambiente de Formación.- Por las características piroclásticas que muestra la unidad consideramos que es producto de una erupción piroclástica como resultado de la evolución de una caldera de acuerdo con el modelo propuesto por Smith y Baley (1968).

#### Formación Riolita Panalillo (Trp)

a) Definición.- Fue descrita por Labarthe y Tristán (1978) a 14 Km al E de la ciudad de San Luis Potosí y a 1/2 Km al W del poblado de Panalillo, S.L.P., descrita de la base a la cima como sigue:

Descripción	Espesor
<p>1.- Miembro Inferior (Tap).- Toba depositada por el aire (sic), de color crema, bien estratificada en capas de 5 a 20 cm, gradada, con horizontes de grano fino, interestratificada con otros de tamaño de arena y algunos conglomerá-</p>	

Descripción	Espesor (m)
ticos. Presenta aislados líticos sobre todo de la Formación Caracol	98.0 m
2.- Miembro Superior (Trp).- Vitrófido negro en partes con esferulitas	1.5 m
3.- Miembro Superior (Trp).- Ignimbritas de color café, con 10% de fenocristales de 2 mm de cuarzo y sanidino en una matriz parcialmente desvitrificada, con abundante pómez delgada, bien colapsada. (sic)  La matriz con textura fluidal. Bien soldada.	16.0 m
Juntas horizontales (platy Jointed)	
4.- Miembro Superior.- Riolita esferulítica de color café, con 10% de fenocristales de 1 a 4 mm de cuarzo y sanidino en una matriz devitrificada, con numerosas esferulitas de 2 a 40 mm -- que aumentan de tamaño hacia la base. Algunas de ellas huecas, otras con relleno de calcedonia y otras con feldespato potásico y cuarzo. Bien soldada y con estructura columnar	10.0 m

El mismo autor ha dividido en dos miembros de la siguiente manera:

Miembro Inferior (Tap) .- Consiste en una toba depositada por aire (sic) (air-fall tuff), de color crema con tonalidades rojizas, que según el autor presenta estratificación gradada en capas de 5 a 30 cm, la cual tiene variación en el tamaño de grano fino a arenoso, con abundancia de líticos de 2 a 10 cm, presenta minerales como cuarzo, plagioclasas, con algunos fragmentos líticos, en una matriz constituida por material fino, fragmentos de pómez y vidrio, en algunos lugares presenta estructuras primarias como estratificación cruzada, el cual presenta algunos -cuerpos interestratificados de andesita, está depositada en un medio acuoso.

Miembro Superior (Trp) .- Este miembro es dividido en dos unidades, la inferior consiste de una ignimbrita de color café rojizo, de textura merocrystalina, porfirítica y eutáxítica con 5 a 10% de fenocristales constituidos por -cuarzo y sanidino en una matriz desvitrificada parcialmente, presenta esquirlas de vidrio en su base, y vitrificado de 1 a 2 m.

La unidad superior es una ignimbrita, de color gris rosáceo con textura merocrystalina, porfirítica, fluidal, de

10 a 15% de fenocristales de sanidino, cuarzo y plagioclasas, en una matriz desvitrificada.

b) Distribución.- El miembro inferior (Tap) aflora solo en el Arroyo San Nicolás, el miembro superior aflora principalmente en la Sierra el Durazno y en la Mesa Rincón de la Cantera donde se puede reconocer los miembros superior e inferior.

c) Litología.- Miembro Inferior (Tap).- Consiste en tobas de color blanco a la fractura y al intemperismo, presenta líticos de color rojo rosáceo, varía de tamaño de 1 a 5 mm hacia su parte superior los líticos son de mayor tamaño y disminuyen a la parte inferior, presentan capas de 5 a 10 cm, se encuentran las tobas en algunos sitios caolinizados.

Miembro Superior (Trp).- Unidad Inferior.- Consideramos a esta unidad unas tobas andesíticas, de color rosáceo, de textura porfídica, constituida por plagioclasas (oligoclasa-andesina) y líticos de pómez y minerales accesorios como biotita, la matriz es vítrea, compuesta principalmente de cenizas y muestra un poco de desvitrificación.

Los cristales se encuentran rotos. Se observa cierta orientación preferencial en algunos minerales, lo que puede indicar un flujo de preconsolidación.

Unidad Superior.- Consisten en tobas riolíticas de color

café rojizo, de textura merocristalina, porfirítica, hialina o vítrea, con fenocristales de cuarzo, sanidino, oligoclasa y plagioclasa zonada en una matriz afanítica, (fotografía 24).

- d) Espesor.- El espesor estimado en base a la cartografía es de 200 m.
- e) Edad.- La edad determinada por el método de K/Ar es de  $26.8 \pm 1.3$  millones de años que la ubica dentro del Oligoceno Superior (Labarthe y colaboradores, 1982).
- f) Relación Estratigráfica.- Sobreyace discordantemente a la Formación Cuesta del Cura, en la Mesa Redonda y no se encuentra cubierta por otra Formación.
- g) Correlación.- Esta formación puede correlacionarse con las ignimbritas descritas por Swanson 1978, (Mc. Dowell, - 1981) en la región de Durango.
- h) Ambiente de depósito.- El origen de la formación al parecer puede ser el resultado de dos procesos diferentes debido a que muestran características contrastantes. El miembro inferior se presenta estratificado constituido por cenizas, es posible que éste presente un evento volcánico - por caída libre (air-fall-ash) depositadas en un medio acuoso



Fotografía 24 Toba riolítica de la Formación  
Panalillo con fracturas rellenas  
de Calcedonia. N.X 4 X 12.5

so.

Mientras que el miembro superior muestra características piroclásticas, que pueden ser consideradas como un evento volcánico " ash-flow" .

Es posible que dichos eventos volcánicos se encuentren relacionados con las etapas de la formación de una caldera de acuerdo con el modelo propuesto por Smith y Bailey - (1968) .

Esto último es considerado de acuerdo con su edad relativa y a su posición estratigráfica .

### 3.3 Sistema Cuaternario

Formación Basalto La Joya (Qbj)

a) Definición.- Fué descrita por Aranda-Labathe (1977), en la cartografía de la Hoja Villa Hidalgo, S.L.P., definiendo como sección y localidad tipo a la pared del Xalapazco de la Joyuela, en este sitio la Formación la Joya - fue dividida en dos miembros:

Piroclásticos (Qj)

Basalto (Qbj)

Miembro 1 (Qj) .- Consiste de una serie de rocas piroclásticas, que varían de brechas a tobas de lapillí.

La brecha tobácea basáltica, pasa lateralmente a una toba, formada por una mezcla pobremente consolidada de piroclás

ticos de basálto vesícular y fragmentos de caliza en proporciones aproximadamente iguales y cristales de olivino provenientes del fracturamiento de las lherzolitas.

Esta bien clasificada, estratificada y gradada, el tamaño de su grano varía desde lapillí (4 mm), cerca de los xalapascos hasta cenizas gruesas (1 mm).

Miembro 2 (Qbj).- Se trata de una basanita de color negro en general vesícular con textura holocristalina, inequi-granular, micropoxfirítica y pilotáxica. La matriz es de microlitos de plagioclasas cálcicas con pigeonita o augita relleno de los intersticios entre las plagioclasas.

El autor la describe en la pared norte del Xalapazco de la Joyuela de la cima a la base como sigue:

Descripción	Espesor (m)
1.- Toba basáltica de lapillí, amarillo rojiza	30.0 m
2.- Escoria basáltica de color rojizo	14.0 m
3.- Toba fina con fragmentos de 1 a 2 mm de calizas y basalto	8.0 m
4.- Brecha tobácea basáltica, mal clasificada, con fragmentos de 3 a 50 cm, de caliza, basalto vesícular y escoria basáltica, con nódulos de lherzo	

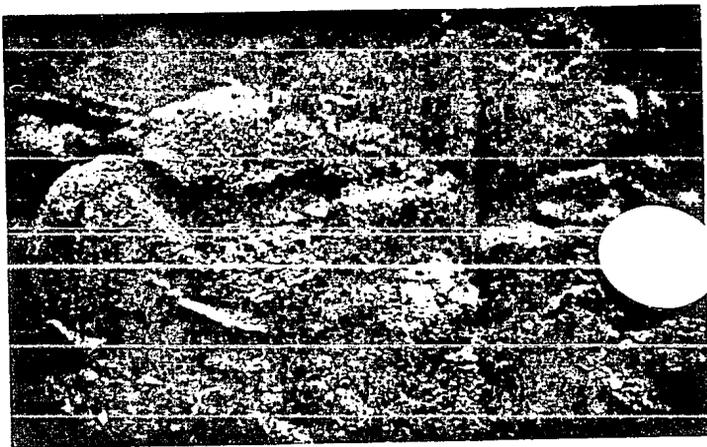
litas, dunita y en menor proporción de granulitas, -  
charnokitas y horblenditas, en una matriz de arena -  
volcánica. "

b) Distribución.- Aflora principalmente en el Cerro la  
Estancia y el Cerro la Campana.

c) Litología.- Consiste en productos piroclásticos los -  
cuales tienen los siguientes miembros:

Miembro Inferior.- Consiste principalmente de bloques va  
riando a cenizas con cambios verticales, ya que en su -  
parte basal se logran observar productos piroclásticos,  
constituidos por cenizas las cuales tienen una ligera -  
orientación, este miembro fué depositado en un medio a-  
cuoso.

Miembro Superior.- Se encuentra formado por productos pi  
roclásticos que varían de tamaño que van de cenizas hasta  
bombas. La estructura que presenta es de una colada con -  
inclinación de  $29^\circ$ , la característica que presentan las -  
bombas es que contiene xenolitos de Lherzolita (fotogra-  
fías 25 y 26) y gneis cuarzo-feldespático (fotografía 27).  
En el primer caso la roca esta constituida por olivino, -  
hiperstena y augita, mientras que el segundo caso está -  
constituido por plagioclasas (ologoclasa-andesina), pla-



Fotografía 25 Bomba Volcánica con Xenolitos de Lherzolitas.



Fotografía 26 Xenolitos de Lherzolita compuesta de Olivino, Ortopiroxeno, Clinopiroxeno. N.X.



Fotografía 27 Xenolito de Gneis Cuarzo-Feldespatico  
N.X. 4 X 12.5

h) Ambiente de Formación.- Esta formación ha sido - producida por erupciones de tipo pliniano (constituido por la unidad superior), que se transforma en una tranquila emisión de lava, esta es resultado de la erupción de un cono cinerítico. La presencia de xenolitos de lherzolita y gneis cuarzo-feldespático, han permitido considerar lo siguiente:

- Primero, que las lherzolitas tienen un origen en el manto superior, confirmando lo anterior por Greene (1979) quién ha descrito xenolitos de lherzolita y postula su origen en el manto superior, según el - mismo autor estas lherzolitas son formadas a temperaturas de 825° a 1025°C y presiones de 7 a 19 Kb.
- Segundo, que la presencia de xenolitos de gneis - cuarzo-feldespáticos nos permite inferir que dichos xenolitos fueron arrancados del basamento, tal consideración en base a que los cristales se encuentran rotos.

Sedimentos Recientes (Qcg, Qpi, Qal)

a) Definición.- Comprende conglomerados, material de piedemonte y aluvión.

b) Litología.- Conglomerado oligomíctico con clastos de rocas ígneas, están sustentados por una matriz de grano más fino (tamaño de arena) con clastos que varían de subredondeados a redondeados y sus dimensiones varían de unos cuantos centímetros (5 cm) a grandes bloques de 60 a 50 cm, conglomerados calcáreos sustentados en una matriz limo-arcillosa de mala clasificación y aluvión constituido por limo y arcilla.

c) Espesor.- El espesor varía entre 10 y 20 m. aproximadamente.

d) Relación Estratigráfica.- Cubre discordantemente a todas las formaciones Mesozoicas y Cenozoicas.

e) Ambiente de depósito.- Resultado de procesos gravitacionales, erosivos y acumulativos.

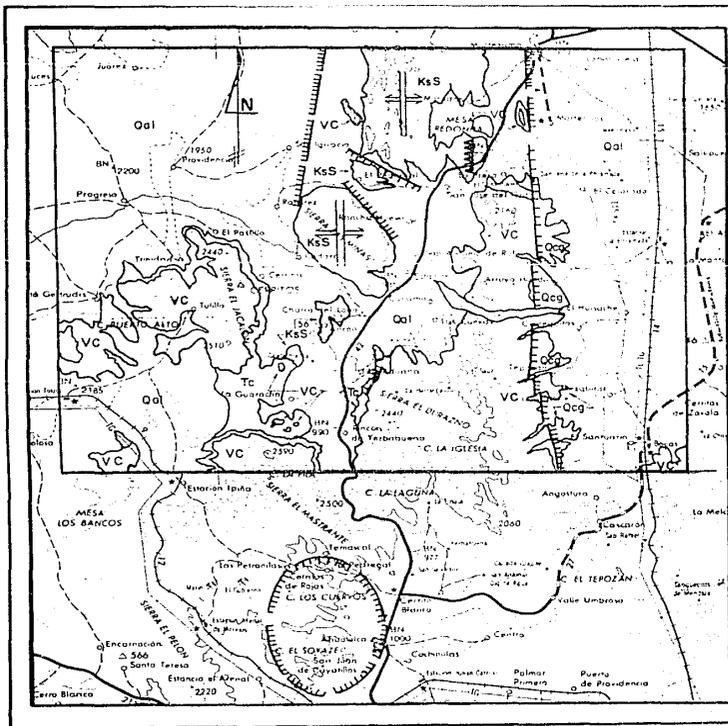
## CAPITULO CUATRO. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el área se identificaron estructuras geológicas edificadas en un marco tectónico compresivo. Dicho régimen se manifestó primero en el plegamiento de la carpeta sedimentaria y posteriormente en una actividad volcánica, inicialmente de tipo andesítico y después silícico. El plegamiento ocurrió posterior a la depositación de la Formación Caracol, mientras que la actividad de tipo andesítico es producida durante el Eoceno Medio, mientras que la actividad silícica se manifiesta en el límite Oligoceno Inferior-Superior, después de un hiatus en el magmatismo de aproximadamente 14 m.a.

Por último se produce un sistema de fallamiento normal cuyo desarrollo sucede post-depositación de la Riolita Panalillo.

Por otra parte el área se puede dividir en dos regiones estructurales, (Fig. 7). La primera corresponde a un conjunto de estructuras plegadas conformadas por sedimentos Mesozoicos, representados por el Anticlinorio Santa Catarina-San Antonio Rul, formado por las Sierras de las Minas y Santa Catarina. La estructura anteriormente mencionada muestra pliegues isoclinales, cuyos planos axiales tienen rumbo de NW 4°SE y una vergencia al E, con una depresión al sur.

La segunda región estructural muestra un grupo de mesetas alargadas, constituida por rocas andesíticas, dacíticas y tobas -



## S I M B O L O S

AREA DE ESTUDIO	
CUATERNARIO ALUVIAL	
CUATERNARIO CONGLOMERADO	
TERCIARIO CENICERA	
VOLCANICO CENOZOICO	
CRETACICO SUR SEDIMENTARIO	
FALLA NORMAL	
FALLA INVERSA	
ANTICLINORIO	
CALDERA	

ESC. 1:250,000



FIG.7 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

SALVATIERRA D  
TERRONES M

1986.

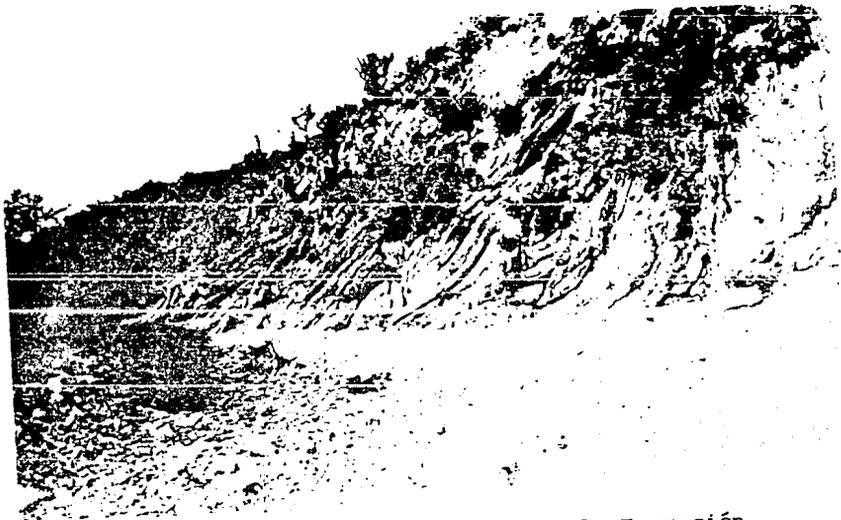
ignimbríticas, las cuales son interrumpidas por sistemas de fallas con una orientación NW 20°SE, NE 30°SW, y fracturas con una orientación de NW 54°SE y NE 43°SW.

#### 4.1 Descripción de las Estructuras

##### Anticlinorio de Santa Catarina-San Antonio Ru1

Se encuentra ubicado en la parte norte y centro de la región compuesto de una serie de estructuras menores como anticlinales y sinclinales (fotografías 28 y 29) los cuales tienen una dirección de N 4°W e inclinación de 15°al SE, con una depresión al sur perfectamente marcada. La estructura muestra en su porción occidental una mayor densidad de pliegues isoclinales, de tipo simétrico con un menor espaciamiento, en contraste con la porción oriental donde son menos espaciados, los pliegues son asimétricos y recumbentes, con vergencia hacia el este.

El rumbo general de las estructuras es norte-sur, el núcleo de los anticlinales se encuentra constituido por la Formación Cuesta del Cura más resistente y los flancos por las unidades menos resistentes. Formaciones Indidura y Caracol. El anticlinorio se encuentra truncado por numerosas fallas inversas de poco traslape hacia el oriente, en la porción centro oriental, se observa una falla de tipo inversa con un mayor desarrollo, con una longitud de 3.5 Km y de dirección norte-sur, el anticlinorio está recortado en su posi



Fotografía 28 Pliegues chevron de la Formación  
Cuesta del Cura



Fotografía 29 Detalle de la toma anterior, donde  
además se observa boudinage en los  
estratos.

NOTA: Las fotografías fueron tomadas de sur a norte.

ción suroccidental, por fallas del tipo normal de orientación N 41°E, las que forman parte de un graben, la interrupción del anticlinorio de Santa Catarina-San Antonio Rul en su dirección nos permite inferir la posibilidad de un desplazamiento lateral.

El mencionado anticlinorio a su vez se encuentra recortado por varios sistemas de fallas normales, con una orientación que varía de NW 7°SE a NW 15°SE las cuales son localizadas al oeste y este respectivamente.

Caldera de Ahualulco.- Esta estructura fué descrita por Labarthe (1982) en las inmediaciones del poblado de Ahualulco - S.L.P. (Fig. 7), en la región se observa su posición septentrional que corresponde a las Sierras El Jacalón y El Durazno.

El aspecto estructural de dichas sierras corresponde a varios - sistemas de fracturamiento, el primero corresponde a fracturas cuya orientación es de N 43°E y longitudes de 500 m a 1.3 Km, - el segundo sistema de fracturas muestra una orientación N 54°W con mayor densidad, en menor densidad se tiene fracturas con - una dirección N-S y E-W.

La densidad de fracturamiento es de 3 fracturas mayores por cada 10 Km<sup>2</sup>.

Tanto en la Sierra el Durazno como en la del Jacalón se distinguen dos sistemas de fallas normales, el primero tiene una -

dirección N 30°W, dichas fallas tienen una longitud que varía entre 600 m y 4 Km.

Este sistema originó un grupo de bloques escalonados, el segundo sistema de fallas normales son de poca longitud que varían entre 300m y 2 Km con una dirección al N 35°E.

Tanto el anticlinorio de Santa Catarina-San Antonio Rul como la Sierra el Durazno se encuentran cortadas por el mismo sistema de fallas normales de dirección NW 7°SE a NW 15°SE y forman parte del límite occidental del Graben de Villa Arista mencionado por Labarthe y Tristán (1982), los escarpes de pie de monte constituido por material clástico volcánico, de una altura de 100 m así como las paredes escarpadas, evidencian dicha estructura.

Hacia la porción occidental del Anticlinorio de Santa Catarina San Antonio Rul se encuentra truncado también por fallas normales.

Con apoyo en las estructuras presentes en el área, la distribución de estas y las unidades involucradas se puede establecer lo siguiente:

- a) El anticlinorio de Santa Catarina- San Antonio Rul corresponde a pliegues de cobertura como resultado de un régimen compresivo, dicha estructura involucra otros factores como son:

- La competencia o incompetencia de la roca a la deformación.

En este caso, se encuentra formado por una secuencia de rocas mecánicamente incompetentes constituida por las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol.

- Otro factor quizá de menor importancia pero que puede influir, son las interrelaciones existentes de horizontes limolíticos dentro de las formaciones Cuesta - del Cura e Indidura, que en opinión de nosotros estos horizontes permitieron el movimiento entre estratos, estos en conjunto bajo un régimen compresivo fué y - dió origen a este tipo de deformación.

- b) Rocas ígneas extrusivas.- En la región se pueden distinguir dos tipos de rocas ígneas extrusivas, el primer grupo comprende rocas de composición intermedia con edad radiométrica del Eoceno Medio.

El segundo grupo de rocas ígneas extrusivas, lo conforman rocas de composición riolítica originadas a partir - de las etapas de evolución de la Caldera de Ahualulco.

## CAPITULO CINCO. EVOLUCION GEOLOGICA

## 5.1 Evolución Tectónica.

Los afloramientos de rocas Paleozoicas en la parte norte-centro y oriental de México son aislados y no muestran una continuidad definida, este sustrato Paleozoico, ha sido relacionado dentro del Sistema Marathon- Ouachita (Cserna 1956; Ramírez 1978), algunas de estas localidades son Delicias y Acatita en Coahuila, Ciudad Victoria en Tamaulipas, Huayacocotla en Hidalgo, porción central del Arco de Miquahuana, Tamaulipas, las cuales han sido consideradas - de edad Paleozoico Superior.

Por otra parte, varios autores han relacionado el Sistema Ouachita, como resultado de la evolución de un límite convergente de placas en una posición cercana de Gondwana, - hacia la masa formada por Norteamérica Ancestral y Europa (Graham 1974, Morris 1975).

Para el Triásico Superior en la Mesa Central se caracteriza por el depósito de secuencias volcano-sedimentarias marinas de la Formación Zacatecas, estas secuencias han sido interpretadas por Burckhardt y Scalia (1905) como depósitos de cuenca, por otra parte Enciso de la Vega (1970) acepta la idea de Burckhardt y considera que la Formación - Zacatecas, fué depositada en una cuenca tectónica y sugie-

re que ésta se desarrolló como resultado de un régimen distensivo, ambos modelos paleogeográficos, planteados por Burckhardt y de la Vega no muestran la relación que tiene esta sedimentación con la margen Pacífica, aunque es posible que dicha sedimentación se encuentre ligada a la margen Pacífica, debido a que en el oriente de México no existen unidades marinas correlacionables. Dada la influencia volcánica de tipo andesítico reportada por Cserna (1979), en el área de Fresnillo Zac., se podría pensar que la Cuenca Mesozoica se encontraba cercana a un arco volcánico. Este último autor interpreta que ésta representa probablemente parte de corteza oceánica en forma de un alóctono descansando sobre un basamento metamórfico.

Tardy (1977) considera el desarrollo de un arco insular para el Triásico Superior, como resultado de la Subducción de litósfera oceánica bajo corteza continental. De una u otra manera estos modelos se encuentran relacionados a un régimen compresivo manifestado por una actividad de tipo andesítico.

A finales del Triásico y Jurásico Inferior, según el modelo de Buffler (1980) para el Golfo de México, se verifica primero un largo período de levantamiento regional y subsecuentemente una apertura, de la erosión de las volcánicas son rellenados los horts anteriormente formados, además se caracteriza por el adelgazamiento de la formación de corteza transicional producida durante la fase de riftogénesis. Pindell (1985) ha sugerido que -

esta sea resultado de un régimen distensivo que permitió el desarrollo de un sistema de fallas normales, al respecto, - ideas anteriores Padilla (1986), interpreta que durante el Triásico tardío la formación de " grabens y horts " como resultado de la separación de la placa Norteamericana con respecto a Sudamérica y a la placa Africana y el desarrollo de estos - " horts " y " grabens " determinaron la distribución de elementos paleogeográficos. El mismo autor menciona la apertura del Golfo de México durante el Triásico tardío, esta consideración no puede ser válida debido a los fósiles que se encuentran en el centro y oriente de México que atestiguan esta apertura correspondiente al Jurásico Superior (Oxfordiano Superior) . Según el modelo de Buffler (op. cit) para el Golfo de México la incursión del mar se verifica durante dos fases, la primera que corresponde a la fase tardía de riftogénesis (Jurásico Medio), esta fase se caracteriza por desarrollo de depósitos evaporíticos, mientras que la segunda corresponde a la fase drift que se caracteriza por la apertura del Golfo de México, la - cual es resultado de la separación entre Sudamérica y Norteamérica (Pindell, 1985) . En esta fase drift permite el desarrollo de corteza oceánica, algunos autores asocian esta apertura con el desarrollo de fallas de desplazamiento lateral izquierdo, - (Anderson y Schmidt en Pindell 1985) .

Existe una objeción a dicho esquema planteado, si consideramos la Cuenca Líasica de Huayacocotla, al respecto Schmidt - Effing (1980) ha sugerido que dicho elemento paleogeográfico representa un aulacógeno con sedimentación marina, desarrollado durante las etapas de apertura del Golfo de México, el mismo autor considera que este elemento paleogeográfico fué transgredido debido a una conexión existente del Océano Pacífico en la región presente del Istmo de Tehuantepec.

Aunque una transgresión marina en todo el oriente de México como sugiere Carrillo Bravo (1971) para el Jurásico Inferior no es válida puesto que en el centro, norte y nor-occidente de México no se reconoce otra localidad marina del Jurásico Inferior.

Con la transgresión marina del Mesozoico, se inicia el desarrollo de elementos paleogeográficos, como la Península de Coahuila, Península o Archipiélago de Tamaulipas, Península de Aldama, Cuenca de Chihuahua, Golfo de Sabinas y el ancestral Golfo de México, con sedimentación carbono-evaporítica (González 1976), así como el desarrollo de la Cuenca Mesozoica (Carrillo Bravo 1971).

Según Coney (1978) el dominio occidental descrito por Tardy (1977) persiste hasta el Cretácico Inferior, la actividad de este arco magmático se ve manifestado por la influencia que

tiene sobre la Cuenca Mesozoica en el sector de Cadereyta y Zimapan, dando origen a secuencias volcano-sedimentaria (Fm. Trancas), la cual se caracteriza por contener fragmentos de composición -- andesítica.

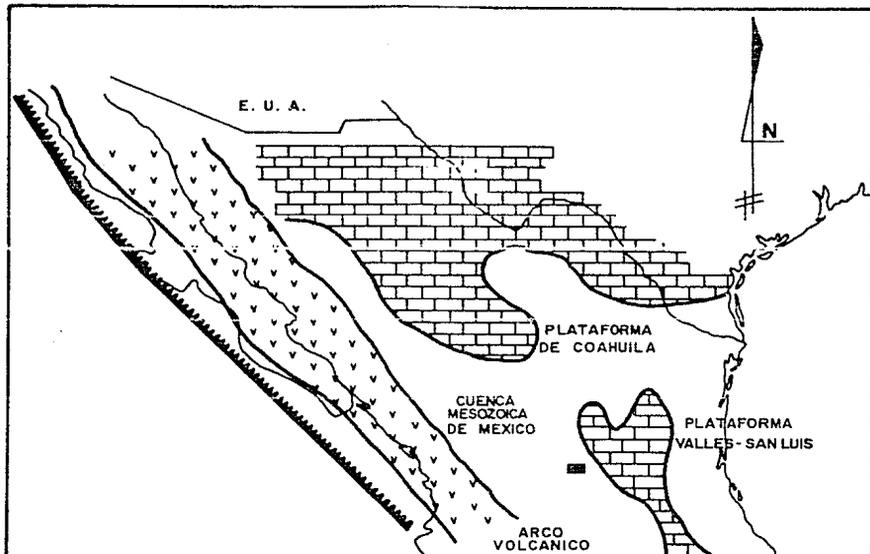
En este sitio ha sido interpretada la Cuenca Mesozoica como una-cuenca tras arco (Carrillo y Suter, 1982) (Fig. 8).

En el Albiano-Cenomaniano continúa la transgresión marina, los -- elementos paleogeográficos desarrollados en el Jurásico Superior permanecen cubiertos (González, 1976); durante este lapso las -- secuencias arrecifales tienen un gran desarrollo, como se observa en la paleo-plataforma Valles-San Luis Potosí (Carrillo Bra--vo, 1971) y en el Banco El Doctor (Wilson, 1955).

A partir del Cenomaniano-Turoniano se produce un cambio fundamen--tal en el tipo de sedimentación carbonatada (Fm. Cuesta del Cura) a sedimentación calcárea con influencia terrígena (Fm. Indidura) esta última es considerada por Tardy (1973), como una secuencia--de tipo pre-flysch.

Este cambio brusco en la sedimentación, es producida por el le--vantamiento, deformación y erosión intensa en el occidente de Mé--xico, así como también la retirada gradual de los mares hacia el oriente, este proceso origina un gran volumen de detritos volcá--nicos transportados desde el oeste (McDowell, 1981) y son sedi--mentados en las areniscas de tipo flysch.

Los efectos de este cambio brusco son debidos a que la conver--



### SIMBOLOS

- AREA DE ESTUDIO \_\_\_\_\_ ■
- CALIZAS DE PLATAFORMA \_\_\_\_\_ 
- ARCO VOLCANICO \_\_\_\_\_ 
- LINEA DE LITORAL \_\_\_\_\_ 
- FALLA INVERSA \_\_\_\_\_ 

### ESCALA



FIG. 8 EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA  
FINALES CRETACICO TEMPRANO.

SALVATIERRA D.  
TERRONES M. 1986.

NOTA: RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA SEGUN D. J. MORAN Z. 1986.  
MODIFICADO POR SALVATIERRA Y TERRONES.

gencia entre la placa Norteamericana con la placa del Pacífico se incrementa hace 80 m.a. (Coney, 1976)

Según Coney (1976) se inicia un cambio en el movimiento de la placa Norteamericana, que al variar su dirección de oblicua a frontal originó una rápida convergencia entre dicha placa con la placa Paleopacífica.

Durante 80 a 40 millones de años la tectónica fué compresiva; consecuencia de lo anterior, tanto el dominio occidental y oriental se ven afectados por este proceso.

En el primer caso como resultado de este régimen compresivo, se produce en el dominio occidental el Complejo Volcánico Inferior, caracterizado por rocas batolíticas y volcánicas de composición intermedia (Formación Andesita Casita Blanca), en opinión de Urrutía-Fuccugauchi (1986) esta actividad magmática se desarrolló en localidades alejadas de la Trinchera, con rocas de naturaleza calco-alcalina de alto potasio y alcalinas entre 60 a 30 millones de años.

En el segundo caso, los esfuerzos provenientes del suroeste provocaron la deformación de la carpeta a partir de la base Jurásica Superior, que permitió el desarrollo de cobijaduras y colocó la secuencia terrígena de la Mesa Central sobre las calizas subarrecifales y arrecifales del Albiano-Cenomaniano de la plataforma Valles-San Luis Potosí y Coahuila (Tardy, 1975). El mismo autor establece la posibilidad que el basamento jue-

que un papel importante en el mecanismo de deformación.

En opinión de Padilla (1986), las estructuras del noreste de México fueron originadas por fuerzas que actuaron en dirección suroeste-norte, como resultado de un movimiento sinistral relativo del noreste de Estados Unidos con respecto de México durante el Paleoceno tardío-Eoceno temprano.

En el dominio occidental se produce un hiatus en el magmatismo de la Sierra Madre Occidental, entre los 45 y 34 m.a., este fenómeno se debe a una reorientación de los movimientos - entre las placas hace aproximadamente 40 m.a., según es interpretado por Coney (1976), McDowell (1981) explica que este hiatus es producido por un cambio en la velocidad de convergencia de la placa y/o un relativo cambio en la inclinación de subducción, aunque en opinión de Demant y colaboradores (1981) interpreta este hiatus, como consecuencia de la - migración hacia el este del arco magmático con un incremento claro en el contenido de álcalis.

La época Miocénica esta caracterizada por una actividad volcánica intensa sobre todo en el territorio mexicano (Demant y Robin, 1975), producto de un régimen compresivo asociado, a este régimen se desarrolla un complejo de Calderas (Ahuatlulco) que forma el Super Complejo Volcánico Superior.

Asociado a un régimen distensivo posterior se provoca un sistema de fallamiento normal que ha dado origen a altos y bajos estructurales (Graben de Villa Arista).

## 5.2 Evolución Geológica

Los afloramientos Paleozoicos de la Sierra Madre Oriental son aislados por lo que no han sido posible establecer una relación entre ellos; de estos los más estudiados corresponden a los ubicados en Cd. Victoria, donde numerosos autores han postulado hipótesis acerca del origen de esta secuencia metamórfica constituida por el Gneis Novillo de edad Pre-Cámbrica, la Cuarcita La Presa de edad -Cámbrica y el Esquisto Granjeno posterior a ambas unidades.

Según fechamientos realizados por Garrison (1978), indican una edad del metamorfismo en el que se originó El Esquisto Granjeno que apoya la interpretación dada por Ramírez (1978) acerca de un evento metamórfico en una época -Pensilvánica-Pérmica.

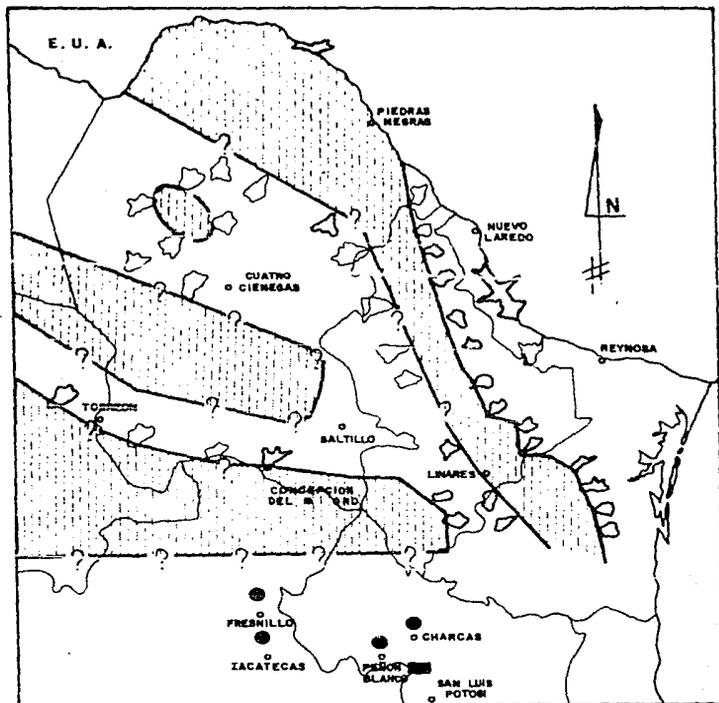
Por otro lado, Cserna (1977) plantea que el Esquisto Granjeno es un alóctono, para explicar el contacto tectónico, supone que este cabalgó desde el este, sobre un basamento granulítico en el oeste, durante un tiempo Pre-Silúrico. Ramírez-Ramírez (1978) plantea que este emplazamiento del alóctono del esquisto fué durante el Paleozoico Inferior, el autor concluye que en la evolución Paleozoica del Orien

te de México existían dos fases tectónicas fundamentalmente que estuvieron asociadas a dinamometamorfismo; una ocurrida durante el Paleozoico temprano y otra durante el Paleozoico tardío presentes tanto en el sur como en el norte de México.

Esta última consideración es un poco cuestionable ya que en opinión de varios autores el sur de México tiene una evolución tectónica completamente diferente al noroeste de México. En opinión de Ramírez (op. cit) existió una transgresión marina en el Silúrico Medio en la región y que fue depositada sobre el basamento continental (Gneis Novillo). La mayoría de los autores coinciden en el establecimiento de esta secuencia Paleozoica Superior dentro del Sistema Marathon-Ouachita. La evolución paleogeográfica del Triásico Superior en la sierra Madre Oriental y Mesa Central muestra características completamente contrastantes.

La Sierra Madre Oriental esta representada por sedimentos continentales de la Formación Huizachal constituida por lutitas, limolitas y areniscas rojas derivadas de la denudación de derrames de composición básica, este período se caracteriza por tierras emergidas y una intensa erosión.

Padilla (1985) en su modelo paleogeográfico, considera que estas capas rojas sean depósitos de abanicos aluviales a lo largo de grabens (Fig. 9).



### SIMBOLOS

AREA DE ESTUDIO _____	
CIUDAD _____	
PILAR TECTONICO _____	
LOCALIDADES DE LECHOS ROJOS _____	
LOCALIDADES INFERIDAS DE LECHOS ROJOS _____	
LOCALIDADES DE SECUENCIAS VULCANO-SEDIMENTARIAS _____	

### ESCALA



FIG. 9 EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA TRIASICO SUPERIOR

SALVATIERRA D.  
TERRONES M. 1986.

NOTA: RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA SEGUN PADILLA Y SANCHEZ (1986),  
MODIFICADA POR SALVATIERRA Y TERRONES.

Es posible que esta secuencia se encuentre asociada a la - fase de riftogénesis temprana según el modelo de Buffler - (1980) para el Golfo de México.

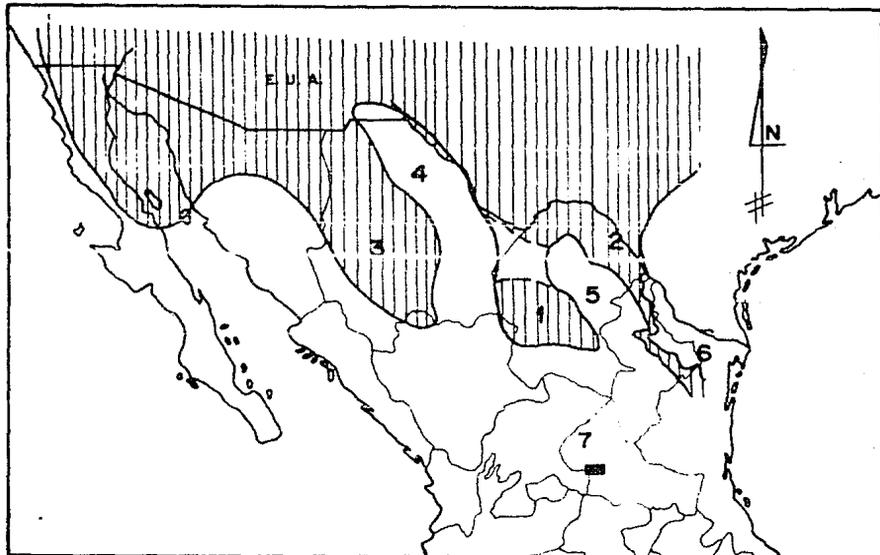
En la Mesa Central existen afloramientos del Triásico Superior representados por secuencias volcano-sedimentarias marinas de la Formación Zacatecas (Burckhardt, 1930; Chávez, 1968), y la Formación Chilitos (Cserna, 1976), del Carni- no-Retiano.

La Formación Zacatecas constituída por areniscas, limolitas y lutitas intercaladas con derrames de roca básica y la Formación Chilitos que consiste de Pillow lavas y esquistos intercalados por rocas sedimentarias del Triásico Superior. Ambas unidades corresponden a depósitos marinos desarrollados con influencia volcánica, asociados a un régimen compresivo, éstas secuencias se encuentran en Charcas, Peñon Blanco, Zacatecas y Fresnillo.

Las condiciones durante el Jurásico Inferior tanto en la - Mesa Central como en la Sierra Madre Oriental, son consecuencia de una intensa erosión que desarrolla una sedimentación continental; salvo en la región de Huayacocotla donde se verifica una transgresión que propició sedimentación arcillo-arenosa en lo que Carrillo Bravo (1971) denominó "Cuenca - Liásica de Huayacocotla", Schmidt-Effing (1980) explica que

esta transgresión es debido a una conexión existente del -  
Pacífico con la región presente del Golfo de Tehuantepec.  
A finales del Jurásico Inferior esta cuenca es levantada y  
plegada, posteriormente a través del Jurásico Medio esta -  
unidad paleogeográfica y áreas adyacentes permanecen emergi-  
das permitiendo en la región la sedimentación continental -  
(Carrillo Bravo, 1971).

Según el modelo de Buffler (op cit) para el Golfo de México  
durante el Jurásico Medio se verifica la primera incursión  
del mar desarrollada durante la fase riftogénesis tardía.  
En el Jurásico Superior se generaliza una transgresión mari-  
na resultado de la apertura del Golfo de México (Fase Drift);  
y con ello la evolución paleogeográfica del norte y noreste.  
Dicha evolución paleogeográfica ha sido considerada por Gon-  
zález (1976) (Fig. 10), posteriormente por Padilla (1986) -  
(Fig. 11) que en sus modelos muestran que aunque el mar se  
introduce se conservan partes emergidas como la Península -  
de Coahuila, Península o Archipiélago de Tamaulipas, Penín-  
sula de Aldama, y consideran que el mar avanzó sobre áreas  
negativas como la Cuenca de Chihuahua, Golfo de Sabinas, el  
ancestral Golfo de México y la Cuenca Mesozoica del Centro  
(Carrillo Bravo, 1971)  
Padilla (1986) explica que los límites de estos elementos -



### SIMBOLOS

AREA DE ESTUDIO \_\_\_\_\_   
 AREAS CONTINENTALES \_\_\_\_\_ 

### UNIDADES TECTONICAS

PENINSULA DE COAHUILA \_\_\_\_\_ 1  
 PENINSULA DE TAMAULIPAS \_\_\_\_\_ 2  
 PENINSULA DE ALDAMA \_\_\_\_\_ 3  
 CUENCA DE CHIHUAHUA \_\_\_\_\_ 4  
 GOLFO DE SABINAS \_\_\_\_\_ 5  
 ANCESTRAL GOLFO DE MEXICO \_\_\_\_\_ 6  
 CUENCA MESOZOICA \_\_\_\_\_ 7

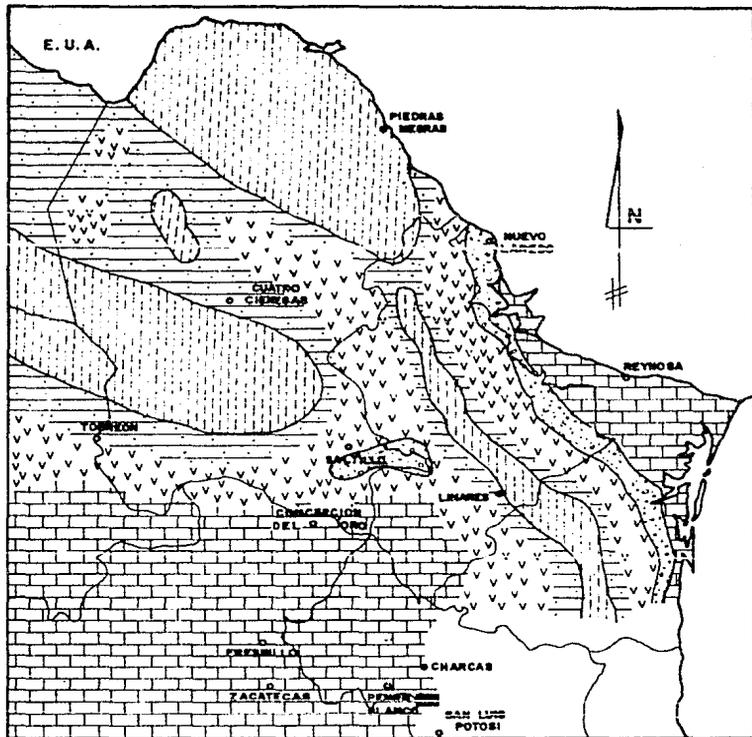
### ESCALA

0 100 300 500 800  
 K I L O M E T R O S

FIG. 10 EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA  
 JURASICO SUPERIOR.

SALVATIERRA D. 1986.  
 TERRONES M.

NOTA: RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA MODIFICADA POR SALVATIERRA  
 Y TERRONES TOMADA DE GONZALES 1976.



## SIMBOLOS

AREA DE ESTUDIO _____	
CIUDAD _____	
AREAS CONTINENTALES _____	
EVAPORITAS Y CARBONATOS _____	
CALIZAS _____	
CALIZAS OOLITICAS _____	
TERRIGENOS _____	

## ESCALA



FIG. 11 EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA  
OXFORDIANO TARDIO-  
-KIMMERIDGIANO TEMPRANO.

SALVATIERRA D.  
TERRONES M. 1986.

NOTA: RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA SEGUN PADILLA Y SANCHEZ (1986),  
MODIFICADA POR SALVATIERRA Y TERRONES.

estuvieron controlados por los elementos desarrollados en el Triásico Superior.

En gran parte de la Cuenca del Centro y de la Sierra Madre Oriental la transgresión marina oxfordiana esta marcada por depósitos de carbonatos de aguas poco profundas (Fm. Zuloaga) y por depósitos evaporíticos (Fm. Olvido y Yesos Minas Viejas) que dan indicios de aguas someras con fuerte evaporización.

Por otro lado, González (op cit) explica que a lo largo de los bordes de estos elementos positivos se desarrolla sedimentación terrígena (Fm. la Gloria).

Cabe mencionar que en el área de Charcas S.L.P., Reyeros - del Castillo (1978) describe fauna de Celenterados y Porífera pertenecientes al Oxfordiano encontrados dentro de la Formación Zuloaga, es posible considerar la existencia al sur, de pequeños bancos de corales.

La transgresión marina iniciada en el Oxfordiano, no cubre completamente la plataforma Valles-San Luis Potosí y algunas áreas permanecen emergidas durante el Jurásico Superior (Carrillo Bravo 1971).

Durante el Neocomiano-Aptiano, en la parte del Golfo se desarrolla un ambiente de mares profundos (Fm. Tamaulipas) (González 1976), permaneciendo emergidos durante este período la Península del Burro y la Isla de Coahuila, los cuales

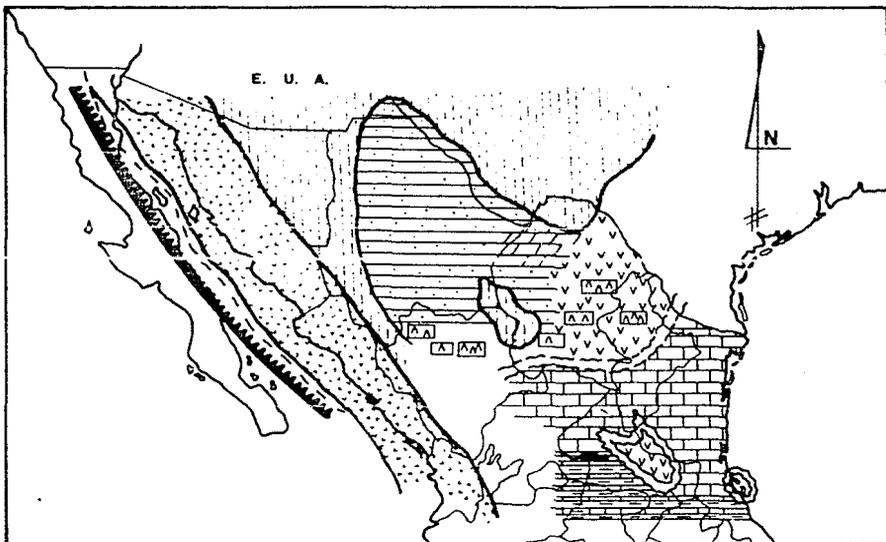
se encuentran bordeados por sedimentación terrígena (Padilla 1986).

Contemporáneamente a los episodios anteriores en el occidente se encuentra desarrollado un arco volcánico.

En opinión de Carrillo y Suter (1982) este arco volcánico jugará un papel importante en el régimen de sedimentación - en la Cuenca Mesozoica en el sector de Cadereyta Qro.

A partir del Hauteriviano, la presencia de carbonatos es - predominante el cual se ve influenciado por el crecimiento arrecifal (Miembro Arrecifal de la Formación Cupido), la - plataforma Valles-San Luis Potosí no es la excepción, en - sus margenes se desarrolla el crecimiento de estos arrecifes y este borde da origen a la formación de evaporitas - (Fm. Guaxcamá) (Carrillo Bravo 1971). En la Cuenca Mesozoica ocurren depósitos de mar abierto (Fm Tamaulipas Inferior) mientras que en porciones al occidente, la sedimentación es carbonatada-terrígena (Fig. 12).

Algunos autores postulan que en el transcurso del Albiano-Cenomaniano en el Occidente de México se desarrolla un Arco Jurásico-Cretácico. En contraste a esto, en el Oriente de México los elementos paleogeográficos desarrollados en el Jurásico son transgredidos completamente. En este período tanto en la Sierra Madre Oriental como en la Plataforma Valles-San Luis Potosí son desarrolladas facies carbonata-



### SIMBOLOS

AREA DE ESTUDIO _____	
AREAS CONTINENTALES _____	
TERRIGENOS _____	
EVAPORITAS _____	
CALIZAS DE PLATAFORMA _____	
CALIZAS DE CUENCA _____	
ARRECIFES _____	
DOLOMIAS _____	
LUTITAS Y CALIZAS _____	
ARCO MAGMATICO _____	
FALLA INVERSA _____	

### ESCALA



FIG. 12 EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA  
HAUTERIVIANO SUPERIOR-BARREMIANO.

SALVATIERRA D.  
TERRONES M. 1986.

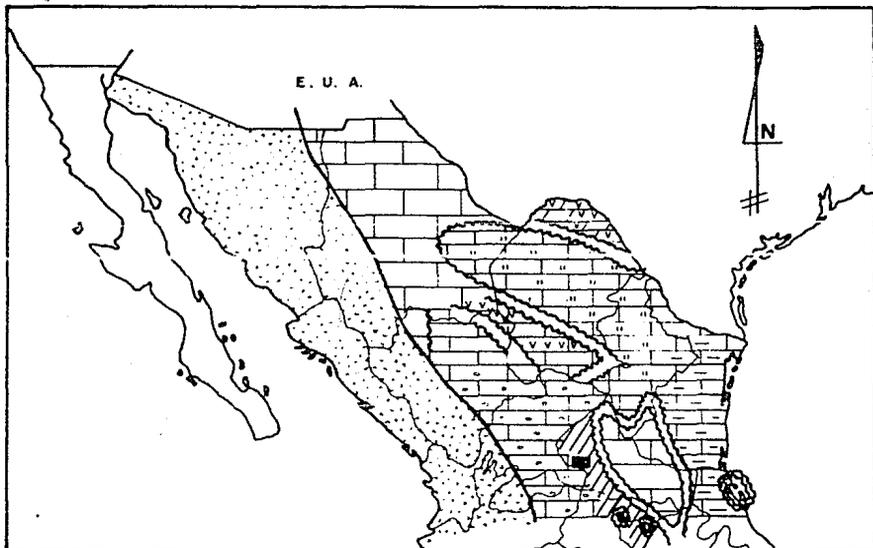
NOTA: RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA TOMADA DE: TARDY (1977); MORAN,  
GONZALEZ Y BRAVO (1971), MODIFICADO POR SALVATIERRA Y TERRONES.

das y evaporíticas, este régimen de sedimentación permite el crecimiento arrecifal (Fig.13) las cuales en opinión de González (op cit) y Padilla (op cit), el desarrollo arrecifal queda restringido a los bordes de la plataforma del Buero-Peyote, Coahuila y Valles-San Luis Potosí y contemporáneo a estos, se desarrolla el Banco Calcáreo El Doctor.

En este mismo período en la Cuenca del Centro se desarrolla una sedimentación carbonatada, particularmente en el área de estudio ésta sedimentación carbonatada es desarrollada en un ambiente de talud (Fm. Cuesta del Cura) (Fig. 13) evidenciada por olistostromas (fotografía 1), conglomerados calcáreos (fotografía 11) y ripples (fotografía 10). En el Cenomaniano-Turoniano se produce un cambio en la sedimentación predominantemente carbonatada (Fm. Cuesta del Cura) a sedimentación calcárea con influencia de terrígenos (Fm. Indidura), en todo el noreste y centro de México, como consecuencia del levantamiento producido en el occidente de México, donde además se produce una actividad plutónica y volcánica.

Durante el Conaciano-Santoniano las consideraciones del occidente prevalecen, produciendo un gran volumen de detritos volcánicos que son transportados dentro de las secuencias sedimentarias (Fm. Caracol) del oriente y centro de México.

A partir del Campaniano tardío-Eoceno tardío, tanto la Sig



### SIMBOLOS

AREA DE ESTUDIO	_____	■
CALIZAS DE PLATAFORMA	_____	□
CALIZAS DE CUENCA (TAMAULIPAS)	_____	□
CALIZAS DE CUENCA (AURORA)	_____	□
CALIZAS DE CUENCA (C. CURA)	_____	□
CALIZAS DE TALUD (C. CURA)	_____	□
ARRECIFES	_____	~
DOLOMITAS	_____	□
EVAPORITAS (ANHIDRITA)	_____	□
ARCO MAGMÁTICO	_____	□

### ESCALA



FIG. 13 EVOLUCION PALEO GEOGRAFICA ALBIANO-CENOMANIANO.

SALVATIERRA D.  
TERRONES M. 1966.

NOTA: RECONSTRUCCION PALEO GEOGRAFICA TOMADA DE: TARDY (1977); MORAN, GONZALEZ Y BRAVO (1971), MODIFICADA POR SALVATIERRA Y TERRONES.

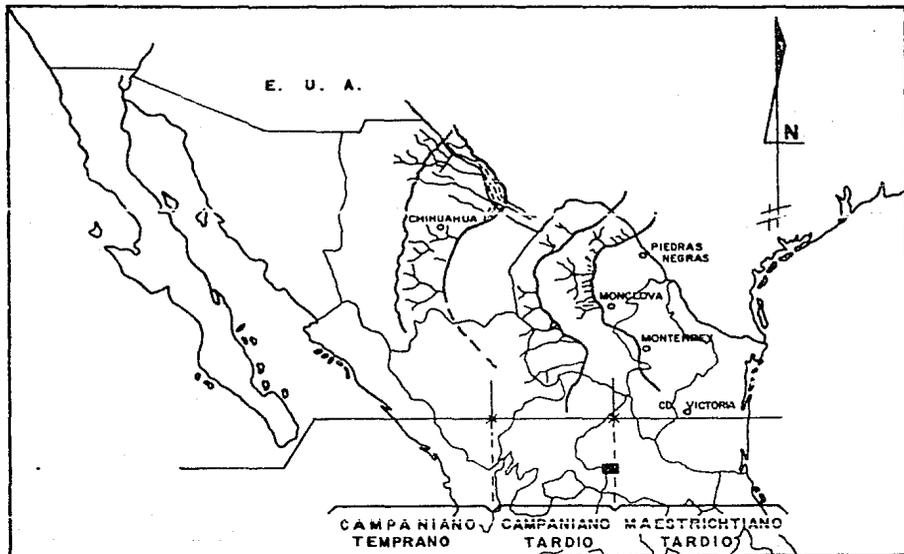
rra Madre Occidental como la Sierra Madre Oriental se ven - afectadas por una tectónica compresiva, en el primer caso se ve manifestada una actividad de tipo intermedio (Fm. Andesita Casita Blanca), caracterizada por el complejo Volcánico Inferior de naturaleza calco-alcalina.

Por otro lado en la Sierra Madre Oriental esta actividad tectónica se ve manifestada por la retirada gradual de los mares hacia el oriente (Fig.14) con desarrollo de sistemas de sedimentación terrígena y clástica de tipo flysch.

A principios del Cenozoico temprano la carpeta Mesozoica es fuertemente plegada, el estilo de ésta deformación en el área de estudio se caracteriza por una deformación más intensa (pliegues estrechos), mientras que en la Plataforma Valles-San Luis Potosí el estilo de deformación se caracteriza por la cabalgadura del Altiplano sobre esta plataforma. Tardy (1975), sugiere como resultado de este período en el área de la Mesa Central, son desarrollados depósitos de conglomerados de tipo molasa (Fm. Ahuichila, Conglomerado Rojo de Guanajuato y Fm. Cenicera).

En el área al igual que en la Sierra Madre Occidental, se observa una interrupción en la actividad volcánica entre los 42 y 30 m.a. (McDowell 1981).

Esta actividad volcánica es reactivada produciendo un evento de cenizas de tipo caída libre, posteriormente un magmatismo



### SIMBOLOS

- AREA DE ESTUDIO \_\_\_\_\_ ■
- CIUDAD \_\_\_\_\_ ○
- ANTIGUA LINEA DE COSTA \_\_\_\_\_ ~
- ANTIGUO SISTEMA DE DRENAJE \_\_\_\_\_ ↘

### ESCALA



FIG. 14 EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA  
CRETACICO SUPERIOR.

SALVATIERRA D.  
TERRORES M. 1986.

NOTA: RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA SEGUN GONZALEZ (1976).

de flujo piroclástico (ash-flow), ambos procesos son originados a partir de la Caldera de Ahualulco, este vulcanismo en opinión de la mayoría de los autores es explicado como resultado de un régimen compresivo. Posterior a este régimen se produce un sistema de Horts y Grabens (Graben de Villa Arista).

En particular en el área de estudio durante el Pleistoceno se desarrolla la emisión de productos piroclásticos a partir de un cono cinerítico.

En el Cuaternario los procesos erosivos han dado origen a los sedimentos recientes que cubren parcialmente el área.

## CAPITULO SEIS. GEOLOGIA ECONOMICA

## 6.1 Geohidrología

Se llevó a cabo en 1985 por Villagómez y otros, un estudio Hidrogeológico del área de Moctezuma, pero dejan poco claro dicho estudio, independientemente de esto nosotros establecemos las características unidades Hidrogeológicas. Acuíferos.- Las constituyen las formaciones permeables, - estas quedan representadas por sedimentos recientes, forma dos por materiales aluviales y conglomerados, debido a la granulometría de sus componentes y el arreglo de los mismos estas unidades poseen una alta porosidad y permeabilidad.

Es importante señalar que la mayoría de los pozos existentes se encuentran dentro de estos acuíferos, cuya recarga proviene principalmente de las infiltraciones de las aguas de lluvia.

Por otro lado la Formación Cuesta del Cura se ha considera do con una permeabilidad de media a débil, está última es considerada en función de la naturaleza de la roca y su grado de fracturamiento, en nuestra opinión este último factor puede favorecer la infiltración de las aguas de llu via; así como también el transmitir agua; cabe la posibili dad que la Formación Cuesta del Cura pueda almacenar agua.

Por otra parte se considera a la Formación Indidura y a la Formación Caracol con una baja permeabilidad.

La Formación Cenicera se considera con una baja permeabilidad, aunque cabe la posibilidad de permitir el paso del agua, pero a una velocidad de flujo muy baja por lo que se dificulta su circulación, esto es debido a que como dicha formación contiene materiales arcillosos y que por sus propiedades físicas como son la expansión y otras dificultarían su explotación.

Acuifugo.- Se considera a todas aquellas unidades de rocas que no permiten el almacenamiento y flujo del agua subterránea. En esta clasificación se encuentran comprendidas las rocas volcánicas, como la Andesita Casita Blanca, Dacita - Jacavaquero, Riolita Panalillo, etc., las cuales consideramos que poseen permeabilidad nula más sin embargo esto último puede no ser válido, debido a que si la roca se encuentra fracturada tendría una permeabilidad alta, en algunos sitios de la región se pudo constatar la presencia de pequeños manantiales.

Las posibilidades de agua son bastantes considerables ya que existen numerosos pozos, por lo que es importante hacer un estudio geohidrológico enfocado a establecer la profundidad del nivel freático cuya finalidad sería un mejor aprovechamiento de este recurso.

## 6.2 Geología Petrolera

El interés académico de este capítulo es el de proporcionar las posibilidades petroleras en el área de estudio. Las características geológicas petroleras en el área de estudio son las siguientes:

Roca Generadora.

La determinación de una roca generadora esta basado en:

- Su contenido de materia orgánica.
- El tipo de materia orgánica.

La cantidad de materia orgánica total se determina por cuatro tipos de análisis.

- i) Análisis óptico del residuo palinológico  
(Subjetivo)
- ii) Análisis del contenido de carbono orgánico total  
(Cualitativo)
- iii) Análisis por pirólisis de los hidrocarburos ya formados y potenciales (Cualitativo y Cuantitativo)
- iv) Análisis de la materia orgánica soluble (Cualitativo y Cuantitativo).

De estos análisis el que fué realizado es el de análisis del contenido de carbono orgánico total en la Formación Cuesta del Cura por Robert Geoffrey Ice (1983), en el área del Catorce reporta que la formación contiene un por

centaje entre 0.53 y 0.6 %.

Este porcentaje nos indica un alto potencial para la formación de hidrocarburos, además de considerar a la Formación Cuesta del Cura como roca generadora.

#### Roca Sello

La constituyen las Formaciones Indidura y Caracol, ambas unidades contienen lutitas, estas tienen un alto grado de impermeabilidad.

Las lutitas se encuentran intercaladas con areniscas y rocas carbonatadas por lo que constituyen sin duda una roca sello.

Los tipos de trampas que existen en la región son estructurales, las cuales se restringen a la parte occidental y oriental del Anticlinorio de Santa Catarina-San Antonio - Rul donde existe la posibilidad de trampas de tipo combinaciones de pliegues (Anticlinorio y falla).

Manifestaciones directas no se encontraron pero cabe aclarar que en el área de la plataforma Valles-San Luis Potosí, han sido encontradas manifestaciones directas como chapopoteritas aunque los pozos perforados no fueron productores.

En opinión de nosotros las posibilidades de hidrocarburos se restringen principalmente al Albiano-Cenomaniano, ya -

que la producción petrolera de México proviene de secuencias similares de plataforma y ambientes de talud (Fm. Cuesta del Cura).

### 6.3 Geología Minera.

En este inciso se describe de una manera simple los yacimientos de la Hoja Moctezuma.

Varias compañías han llevado a cabo trabajos de reconocimiento enfocados a la búsqueda de yacimientos minerales, entre ellos el Consejo de Recursos Naturales Mo Renovables.

Los yacimientos se encuentran ubicados en la porción noroccidental de la Sierra de Santa Catarina y la Sierra las Minas respectivamente.

- i) Sierra de Santa Catarina.- La mineralización consiste de Barita ( $BaSO_4$ ), la distribución del mineral se encuentra rellenando una falla de tipo inverso con una orientación norte-sur, el espesor que tiene es de 2 m, la roca encajonante es la Formación Cuesta del Cura. Este yacimiento no se agotó pero actualmente la mina se encuentra abandonada, la explotación fué llevada a cabo por obra directa mediante la preparación de socavón con poco desarrollo.

ii) Sierra las Minas.- La mineralización consiste en - Barita ( $BaSO_4$ ) y Cinabrio ( $HgS$ ), la distribución - de la mineralización es de forma irregular, en algunos sitios se observan pequeñas bolsas dentro de la Formación Cuesta del Cura, ésta formación se en cuentra alterada por silicificación, la mayoría de las obras mineras se encuentran en la porción orien tal de la Sierra, el desarrollo de las obras que se prepararon para la extracción es de pocos metros a excepción de la Mina Dulces Nombres; actualmente - estas minas se encuentran abandonadas.

Existen otras obras mineras, cercanos al poblado de San José del Grito.

## CAPITULO SIETE. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 7.1 Conclusiones

- 1.- Se establece en el área del presente trabajo el desarrollo de un ambiente de Talud correspondiente a la Formación Cuesta del Cura, con base en una serie de características que presenta dicha formación como son la presencia de conglomerados calcáreos, ripples, olistolitos y laminaciones, además el de confirmar lo dicho por Carrillo Bravo (1982) cerca del desarrollo de un ambiente de Talud en el borde de la plataforma San Luis-Valles; así como también el reafirmar lo referente al alcance stratigráfico de la Formación Cuesta del Cura del Albiano-Cenomaniano.
- 2.- En el área se identifica un cambio en el régimen de sedimentación de esencialmente carbonatada a sedimentación calcárea con influencia terrígena representada por las Formaciones Cuesta del Cura e Indidura, - este lapso de cambio en la sedimentación se establece del Cenomaniano Superior al Turoniano.
- 3.- Se confirma la influencia volcánica de tipo intermedio que tiene la Formación Caracol, la cual fué establecida por Tardy (1977), además el de establecer con base en características de la Formación Caracol en el

área como una secuencia de tipo flych.

- 4.- Se reconoce el Complejo Volcánico Inferior reportado - por McDowell (1981) Andesita Casita Blanca, ya que estos tienen una composición similar a las rocas del complejo y una edad absoluta de  $44.1 \pm 1.5$  m.a (Labarthe y colaboradores 1982) correspondiente al Eoceno Medio. Se identificó también el Super Grupo Volcánico Superior representada por la Latita Portezuelo y la Riolita Panalillo, estas rocas tienen una edad absoluta de  $30.6 \pm 1.5$  m.a. y  $26.8 \pm 1.3$  m.a. (Labarthe y colaboradores - 1982) y una composición similar al Super Grupo Volcánico Superior.
- 5.- La presencia de xenolitos encontrados dentro de los materiales piroclásticos de la Formación La Joya como - son los xenolitos de gneis cuarzo-feldespático y de - lherzolitas nos permite suponer la presencia de un basamento que sin duda podría confirmar los estudios - geofísicos acerca del basamento reportados por Carrillo Bravo (1982), mientras que de los segundos se puede establecer que estos tienen una procedencia del - - manto superior.
- 6.- En cuanto al aspecto estructural se reconoce como única estructura el anticlinorio formado por las Sierras de Santa Catarina y San Antonio Rúl, esto con base en

que tanto los pliegues y anticlinales que conforman a dichas Sierras presentan una orientación homogénea respecto a sus planos axiales ya que tienen un rumbo de - NW 4°SE.

- 7.- En lo referente a su evolución tectónica se puede establecer un régimen de tipo compresivo en dos períodos - diferentes, el primer período corresponde a la deposición de la Formación Caracol y un segundo período durante dos lapsos de tiempo, uno sucede en el Eoceno Medio representado por la actividad volcánica de tipo intermedio, mientras que otro acontece durante el Oligoceno Medio al Oligoceno Superior, asociado a este último se produce en el área una actividad volcánica de tipo silfícico.

## 7.2 Recomendaciones

- 1.- Se recomienda un estudio geológico a detalle en el borde de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, pues en nuestra opinión es sin duda donde existen mayores posibilidades de poder encontrar hidrocarburos.
- 2.- Desde el punto de vista minero, la Mesa Central reviste gran importancia debido a que se ha encontrado el desarrollo de yacimientos, se recomienda la orientación de trabajos de exploración hacia la parte cercana a -

la Sierra Madre Occidental con la finalidad de poder encontrar yacimientos minerales.

B I B L I O G R A F I A

- Aguillón, A. y Tristán, M. 1981. Cartografía Geológica.  
Hoja Moctezuma, S.L.P. Inst. de Geol. y Metal.  
Univ. Aut. San Luis Potosí.  
Folleto Técnico No. 74
- Aranda, J. y Labarthe, G. 1977. Estudio Geológico de la  
Hoja Villa Hidalgo, S.L.P. Inst. de Geol. y -  
Metal. Univ. Aut. de San Luis Potosí. Folleto  
Técnico No. 53. Original no consultado citado  
en Labarthe et al. (1982).
- Bolaños, L. 1981. Sistema, Evolución y Ecología de Inoce-  
ramus del Cretácico Superior de la región de -  
Camacho, Zacatecas. Fac. de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis Profesional.
- Buffler, R. y Watkins, J. . Structure and early geolo-  
gic History of the deep central Gulf of México  
Basin in the origin of the Gulf of México and -  
the early opening of the central the North A--  
tlantic Ocean. Symposium at Louisiana State Uni-  
versity Baton Rouge.
- Burckhardt, C. 1905. La faune marina du Trias Superior de  
Zacatecas Bol. Inst. Geol. Mex. No. 21
- Burckhardt, C. 1930. Etude synthétique sur le Mésozoïque  
mexicain. Soc. Paléont. Suisse Mem. V. 1

- Carrillo, B. J. 1971. La plataforma Valles-San Luis Potosí.  
Bol. Asoc. Mex. Geol.Petrol. No. 23
- Carrillo, M. y Suter, M. 1980. Tectónica de los alrededores de Zimapán, Hidalgo y Querétaro. Libro guía excursión geológica a la región de Zimapán, Hgo.  
Inst. Geol. U.N.A.M.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional 1971. Carta topográfica Moctezuma S.L.P. (F-14-A-63) Secretaría de la Presidencia. México. Primera Edición.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional 1971. Carta uso de suelo Moctezuma S.L.P. (F-14-A-63) Secretaría de la Presidencia. México. Primera Edición.
- Coney, P. 1976. Plate Tectonics and the laramide orogeny. New Mexico. Geol. Soc. Amer. Special publ. 6.
- Coney, P. 1978. Mesozoic-Cenozoic cordilleran plate tectonic. Geol. Soc.Amer. Mem. 152
- Cserna, Z. (1956). Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México entre Torreón y Monterrey. XX Congreso Geológico Internacional México.
- Cserna, Z., Rogers, L. 1961. Reconocimiento geológico y de depósitos de fosfato del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. Bol. Rec. Nat. no Renov. No. 56

- Cserna, Z. 1976. Geology of the Fresnillo area, Zacatecas, -  
Mex. Geol. Soc. Amer. Bull. v. 87 No. 8 pp. 1191-1199
- Cserna, Z. Graf, J. y Ortega, F. 1977. Aloctono del Paleozoico Inferior en la región de Ciudad Victoria, Estado -  
de Tamaulipas. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. v. i No. 1
- Cruz, M. y Reyes, N. . Evaluación Geológica-Minera de la  
reserva nacional minera, mpio. de Charcas, S.L.P.  
Rev. Geomimet No. 126
- Cruz, M. 1985. Estudio metalogenético de los yacimientos filonianos polimetálicos del área San Rafael, mpio. de -  
Charcas, S.L.P. Rev. Geomimet No. 133
- Chávez Aguirre, R. 1968. Bosquejo Geológico de la Sierra de Peñon Blanco, Zac. Fac. de Ingeniería, U.N.A.M.  
Tesis Profesional.
- D.G.G.I. 1985. Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí, México. Inst. Nac. Geof. e. Inf. S.P.P.
- Damon, P., Shafiqullah, E. y Clark, K. 1981. Evolución de los arcos magmáticos en México. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M.  
v. 5 No.2
- Demant, A. y Robin, C. 1975. Las fases del Vulcanismo en México, una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M.  
v. 75 No. 1

- Espinoza, A. 1975. Estudio geológico área Sierra la Parada, municipio. Aqualulco, Estado de San Luis Potosí. Fac. de Ingeniería. U.N.A.M. Tesis Profesional.
- Ferriz, H. 1984. Los Humeros volcanic center. Puebla, Mexico, geology, petrology, geothermal system and geo-archaeology. s.e. Stanford University. Tesis de doctorado.
- Friedman, G. y Sander, H. 1978. Principles of Sedimentology. Gerald M. Friedman, John E. Sander. New York. John Wiley & Sons.
- Garrison, R. 1978. Reinterpretación of isotopic age, data - from the Granjeno Schist, Cd. Victoria, Tamaulipas. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. v. 2 No. 1
- Geoffrey, R. 1983. Geology of the northernmost Sierra del Catorce and Stratigraphy and biostratigraphy of the Cuesta del Cura Formation in Northeastern and North-Central Mexico.
- González, R. 1976. Bosquejo Geológico de la Zona Noreste. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. v. 28. Nos. 1 y 2
- Graham, A. y Dickinson, W. 1975. Himalayan-Begal Model for flysch a dispensal in the Appalachian-Ouachita System. Geol. Soc. Am. Bull. v. 86

- Greene, M. y Spinel, G. 1979. Lherzolites from Xalapasco de la Joya, San Luis Potosí, S.L.P., Mexico. Mineralogical Magazine. December v. 43
- Humphery, W. E. 1949. Geol. of the Sierra de los Muertos - area and Paleontology of the La Peña Formation, Mexico. Geol. Soc. of Am Bull. v. 60. pp. 80-176
- Imlay, R. W. 1936. Geology of the western part of the Sierra de Parras, Coah. Mexico. Geol. Soc. Am. Bull. v. 47 pp. 1091-1152
- Imlay, R. W. 1937. Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coah. Mexico Geol. Soc. Am. Bull. v. 38 pp. 587-630
- Jimeñez, D., Porres, R. y Rivera, E. 1982. Geología de la Región Charcas-Venado S.L.P. Fac. de Ingeniería, U.N.A.M. Tesis Profesional.
- Jones, T. S. 1938. Geology of Sierra de la Peña and Paleontology of the Indidura Formation. Geol. Soc. Am. - Bull. v. 13 pp. 69-150
- Kelly, W. A. 1936. Geology of the Mountains Bordering the - Valleys of Acatita and Las Delicias. Geol. Soc. Am. Bull. No. 47 pp. 969-1008

- Labarthe, G. y Tristán, M. 1982. Revisión Estratigráfica del Cenozoico de la parte central del Estado de San Luis Potosí. Inst. de Geol. y Metal. Univ. Aut. de S.L.P. Folleto Técnico No. 85
- Mesa Lozano, M. 1967. Geología y Mineralización de los principales distritos del Estado de San Luis Potosí. Inst. de Geol. y Metal. Univ. Aut. de S.L.P. Folleto Técnico No. 12
- Mc. Dowell, F. W. and Cabaugh, S. E. 1979. Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the Tectonic of Western Mexico. Geol. Soc. Am. - Special paper No. 180
- Morán, Z. D. 1984. Geología de la República Mexicana. Fac. de Ingeniería, U.N.A.M. e Inst. Nal. de Geog. e Inf.
- Morán, Z. D. 1986. Breve revisión sobre la Evolución Tectónica de México. Geofísica Internacional. Revista de la Unión Geofísica Mexicana. v. 25 No. 1 - pp. 4-38.
- Morris, R. C. . Sedimentary and Tectonic history of the Ouachita Mountains. Soc. Econ. Paleontology and Min. Spec. publ. No. 22 pp. 120-142

- Muir, J. M. 1936. Geology of the Tampico. Mexico. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. v. 20
- Padilla, R. 1986. Post-Paleozoic tectonics of northeast Mexico and its role on the evolution of the Gulf of Mexico. Geofísica Internacional. Revista de la - Unión Geofísica Mexicana. v. 25 No. 1 pp. 157-206
- Pindell, J. L. 1985. Alleghemian recontruction and subsequent evolution of the Gulf of Mexico, Bahamas and Proto-Caribbean. Tectonic. v. 4 No. 1 pp. 139
- Raisz, E. 1964. Mapa de Provincias Fisiográficas. General Cartography New York. Mc Graw-Hill.
- Ramírez, C. 1978. Reinterpretación Tectónica del Esquisto Granjeno de Cd. Victoria, Tamaulipas. Rev. Inst. Geol. U.N.A. M. v. 2 No. 1 pp. 31-36
- Reyerros, M. 1978. Invertebrados (Porifera y Coelenterata) del Jurásico Tardío del Estado de San Luis Potosí. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M. v. 2 No. 1
- S. A. R. H. 1979 Región hidrológica número 37, " El Soldado" Bol Hidrol.No. 55
- Sanders, J. E. 1965. Primary Sedimentary Structure formed by Turbidity Currenty and realted resedimentation mechanisms, Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. publ. No. 12

- Schmidt, E. . Effing the Huayacocotla Aulacogeno in -  
México (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf  
of Mexico. Geol.-Paläont. Inst. , Westfälische -  
Wilhelms- Universität.
- Smith, B. R. 1968. Resurgent Cauldrons. Geol. Soc. Am. Mem.  
116. pp. 613-662
- Smith, L. R. 1979. Ash-flow magmatism. Geol. Soc. Am. Special  
paper No. 180
- Tardy, M. y Maury, R. 1973. Sobre la presencia de elementos  
de origen volcánico en las areniscas de los --  
flysch de edad Cretácica Superior de los Estados  
de Coahuila y Zacatecas, México. Soc. Geol. Mex.  
v. 34 No. 1
- Tardy, M. 1975. Observaciones generales sobre la estructura  
de la Sierra Madre Oriental: La aloctonia del con-  
junto Cadena Alta-Altiplano Central, entre Torreón,  
Coahuila y San Luis Potosí, México. Rev. Inst. Geol.  
U.N.A.M. No. 1
- Tardy, M. 1977. Essai sur la reconstitution de l' evolución  
paleogeographique et structurale de la parti sep-  
tentrionale du Mexique au cours du Mesozoique et -  
du Cenozoique. Bull. Soc. Geol. France No. 6 XLX.  
pp. 1297-1208

- Urrutia, F. J. 1986. Late Mesozoic-Cenozoic evolution of the northwestern Mexico Magmatic Arc Zone. Geofísica Internacional. Revista de la Unión Geofísica Mexicana. v. 25 No. 1 pp. 61-84
- Vega, E. 1978. Notas para la Geología del Estado de Zacatecas, México. Rev. Geomimet. No. 91
- Velez, S. D. 1975. Geología de la Hoja Sierra Zuloaga límite Coahuila-Zacatecas, México. Facultad de Ingeniería U.N.A.M. Tesis Profesional.
- Wilson, B. W. y Hernández, M. 1955. Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro, México. Bol. Soc. Geol. Mex. v. 18 No. 1 pp. 1-10
- William, H.B. 1979. Geology of the southern Sierra del Catorce and Stratigraphy of the Taraises Formation in north-central of Mexico. Austin Texas, University. Tesis de Maestría.
- Wiedman, S. 1979. Geology of the Sierra del Fraile and vicinity, San Luis Potosí, Mexico. Austin Texas, University. Tesis de Maestría.

A N E X O P E T R O G R A F I C O

NUM DE CUARTA	DATOS DE CAMPO			DESCRIPCIÓN MEGASCOPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCOPICA	CARACTERES ESPECIALES	CLASIFICACION (FOLK)	ORIGEN DE LA ROCA					
	1.-FORMACION	2.-LOCALIDAD	3.-COORDENADAS	1.-LITOSIA Y ESPESOR DE ESTRATO	2.-ESTRUCTURAS PRIMARIAS, SECUNDARIAS				3.-RELACIONES ESTRUCTURALES	1.- COLOR	2.- MINERALES OBSERVABLES	3.- ESTRUCTURA Y TEXTURA	1.- TEXTURA (DUNHAM)
1202	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de Santa Catalina 3.-	1.-Calizas en estratos de 5-10 cm. 2.-Laminaciones		1.- gris oscuro 3.- Mudstone	1.- Mudstone - wackestone 2.- a) Fósiles 15% d) Micrita 85% Hematita 1%	Presenta cambios texturales los fósiles se encuentran orientados	Biomocrita	Talud.					
1204	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de Santa Catalina 3.-	1.-Caliza en estratos de 10 - 20 cm. 2.-Laminaciones		1.- gris oscuro 3.- Mudstone	1.- Wackestone 2.- a) Fósiles 8% b) Terrigenos 2% d) Micrita 62% e) Espatita 26%	Cambios verticales en Textura reconstituida foto 27	Biomocrita	Talud.					
1208	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de Santa Catalina 3.-	1.-Calizas en estratos de 10 - 20 cm. 2.-Laminaciones		1.- gris oscuro 3.- Wackestone	1.- Wackestone 2.- a) Fósiles 10% d) Micrita 85% Hematita 1%	Parcialmente reconstituida los fósiles están orientados	Biomocrita	Talud.					
1209	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de Santa Catalina 3.-	1.-Caliza en estratos de 10 cm.		1.- gris oscuro 3.- Mudstone	1.- Wackestone 2.- a) Fósiles 8% d) Micrita 91% Hematita 1%	Redoleros reconstituidos Los fósiles varían de tamaño.	Biomocrita	Talud.					
1210	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de Santa Catalina 3.-	1.-Caliza en estratos de 15 cm. 2.-Laminaciones		1.- gris claro 3.- Mudstone	1.- Mudstone 2.- a) Fósiles 5% b) Terrigenos 30% c) Espatita 20% d) Micrita 40% Hematita 5%	Cambio Textural	Varía de Biomocrita a Bioespatita	Talud.					
1215	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de las minas 3.-	1.-Caliza en estratos de 40 cm. de espesor		1.- gris claro 3.- Mudstone	1.- Mudstone 2.- a) Fósiles 4% d) Micrita 95% Hematita 1%	Se observa predominio de Calcisferulas con respecto a globigerinidos	Micrita.	Talud.					
1216	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra de las minas 3.-	1.-Caliza conglomerática en estratos en 10 - 15 cm.		1.- gris claro 3.- Mudstone Arcilloso	1.- Wackestone 2.- a) Fósiles 16% Intraclastos 2% d) Micrita 50% Espatita 24%	Fósiles globigerinidos	Micrita	Talud.					
1218	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra las minas 3.-	1.-Caliza conglomerática en estratos de 30 cm.		1.- gris claro a gris oscuro 3.- Varía de Mudstone a Wackestone	1.- Mudstone algunos Clastos constituidos por Espatita. 2.- a) Fósiles 6% d) Micrita 80% c) Espatita 15%	Fragmentos Dolomitizados	Micrita	Talud.					
1230	1.-Cuesta del Cura 2.- Sierra las minas 3.-	1.-Caliza 2.-Estratificación cruzada		1.- gris claro 3.- Wackestone	1.- Wackestone 2.- a) Fósiles 20% d) Micrita 65%	En partes esta roca se encuentra espátita	Biomocrita	Talud.					

NUM DE MUESTRA	DATOS DE CAMPO			DESCRIPCION MEGASCOPICA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	CARACTERES ESPECIALES	CLASIFICACION (FOLK)	ORIGEN DE LA ROCA						
	1.- FORMACION	2.- LOCALIDAD	3.- COORDENADAS						1.- LITONIA Y ESPESOR DE ESTRATO	2.- ESTRUCTURAS PRIMARIAS, SECUNDARIAS	3.- RELACIONES ESTRUCTURALES	1.- COLOR	2.- MINERALES OBSERVABLES	3.- ESTRUCTURA Y TEXTURA
1206	1.- Indidura 2.- Sierra de Santa Catarina	1.- Caliza y Lutita		1.- perdo claro 3.- Mudstone arcilloso	1.- Wackestone 2.- a) Fósiles 10% d) Micrita 88% Magnesita 2%	Contenido de Calcisferulas Globigerinoides	Micrita	mar Somero con circulación restringida.						
1211	1.- Indidura 2.- Sierra de Santa Catarina	1.- Calizas y Lutitas 2.- Laminaciones		1.- gris claro 3.- Mudstone arcilloso	1.- Mudstone 2.- a) Fósiles 1% b) Terrigenos 40% d) Micrita 59%	Se observan los fósiles orientados además auscultados por espátula	Micrita	mar Somero con circulación restringida.						
1214	1.- Indidura 2.- Sierra de Santa Catarina	1.- Caliza y lutitas 2.- Laminaciones		1.- perdo amarillento 3.- Mudstone	1.- Varía de Packestone a) Mudstone. 2.- a) Fósiles 5% Intraclastos 25% b) Terrigenos 30% d) Micrita 30% - c) Espatita 10%	Deben en la textura, abundancia de minerales arcillosos.  foto 20	Intraespatita	mar Somero con circulación restringida.						

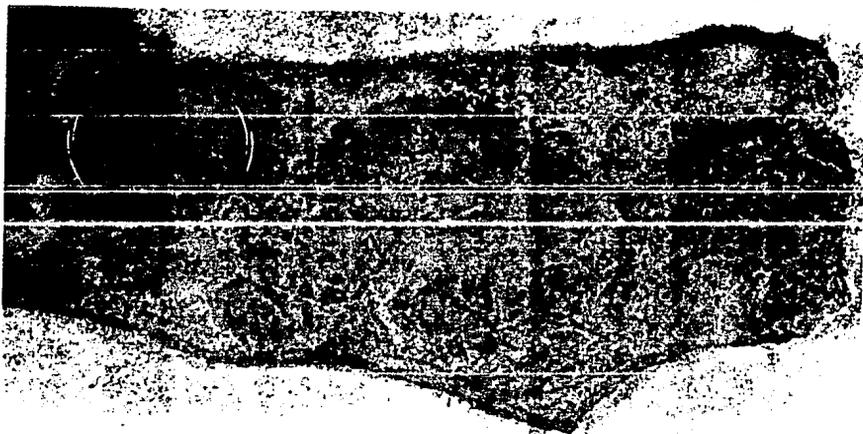
U N A M  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO HOJA MOCTEZUMA  
TESIS PROFESIONAL

NUM DE MUESTRA	DATOS DE CAMPO		DESCRIP. AFLORAMIENTO	DESCRIPCION MEGASCOPICA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	CARACTERES ESPECIALES	CLASIFICACION (PETTYJOHN)	ORIGEN DE LA ROCA
	1.- FORMACION	2.- LOCALIDAD	1.- LITOLOGIA	1.- COLOR	1.- TEXTURA			
1201	1.- Caracol 2.- Sierra de Catarina	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Gradación	1.- Verde Oliva 2.- Cuarzo, Feldspatos y Fragmentos de Roca 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Microclina y Oligoclina 13% Cuadro 15%, Fragmentos de Roca 15% b) Rutilo 2%, Apatito 2% c) Clorita 2% d) Matriz Cloritizada 13% e) Calcita 12%	Los lameros varían de 0.10 a 0.0171 mm	Arenita Arcosica	Talud Continental	
1205	1.- Caracol 2.- Sierra de Santa Catarina	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Gradación	1.- Verde Oscuro 2.- Fragmentos de Roca 3.- Cuarzo y Feldspatos 4.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Feldspatos 35%, Fragmentos de Roca 10%, Cuarzo 10% b) Rutilo 2%, Magnetita 4% c) Hematita 2% d) Clorita 10% e) Calcita 19%	Contiene fragmentos de caliza con fósiles y pedernal	Arenita Arcosica	Talud Continental	
1207	1.- Caracol 2.- 22°1'00" N 101°09'10" W	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Marcas de Base	1.- Verde Oliva 2.- Cuarzo, Feldspatos, Fragmentos de Roca y Nicas 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Fragmentos de Roca 26%, Feldspatos 29%, Cuarzo 20% b) Rutita 1% c) Muscovita 3%, Clorita 6% d) Calcita 11%	Los plagioclasas están escrituradas	Gravaca Pelosapica	Talud Continental	
1211	1.- Caracol 2.- Sierra de Santa Catarina	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Gradación	1.- Verde Oliva 2.- Cuarzo, Feldspatos y Fragmentos de Roca 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Cuarzo 10%, Plagioclasas 13%, Fragmentos de Roca 5% b) Hematita 3%, Muscovita 7% c) Clorita 11% d) Calcita 5%	Esta selección de grano, el tamaño varía de 0.008 a 0.01 mm en una matriz cloritizada	Gravaca Pelosapica	Talud Continental	
1214	1.- Caracol 2.- Sierra de Santa Catarina 3.- 22°43'00" N 101°09'52" W	1.- Areniscas y Lutitas 3.- Concordancia con la Formación Indidura	1.- Verde Oliva 2.- Cuarzo y Feldspatos 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Cuarzo 18%, Feldspatos 45% Fragmentos de Roca 17% b) Rutita 21%, Magnetita 2% c) Clorita 3% d) Calcita 10%	El tamaño varía de 0.008 a 0.528 mm	Arenita Arcosica	Talud Continental	
1217	1.- Caracol 3.- 22°43'22" N 101°08'25" W	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Gradación	1.- Verde Oscuro 2.- Cuarzo, Feldspatos, Fragmentos de Roca y Nicas 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Fragmentos de Roca 35%, Feldspatos 13%, Cuarzo 14% b) Rutita 2%, Magnetita 2% c) Clorita 5%, Muscovita 5%	Fragmentos de roca volcánicos cloritados y Plagioclasas escrituradas	Arenita Arcosica	Talud Continental	
1220	1.- Caracol 3.- 22°42'53" N 101°09'54" W 2.- Arroyo Namburillo	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Marcas de Base	1.- Verde Oliva 2.- Cuarzo, Feldspatos y Fragmentos de Roca 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Feldspatos 35%, Fragmentos de Roca 21%, Cuarzo 22% b) Rutita 10%, Zircón 1%, Apatito 1% c) Sericita 2%, Clorita 5%, Muscovita 1% d) Clorita 2%	Fragmentos de canchales cloritizados	Arenita Arcosica	Talud Continental	
1223	1.- Caracol 3.- 22°31'17" N 101°11'11" W	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Marcas de Base	1.- Verde Oliva 2.- Fragmentos Líticos 3.- Cuarzo y Feldspatos 4.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Fragmentos de Roca 29%, Cuarzo 15%, Plagioclasas 12% b) Magnetita 5% c) Clorita 5%, Muscovita 5% d) Calcita 9%	Fragmentos volcánicos de con inclusión intermedia que conservan su textura porfirítica	Arenita Arcosica	Talud Continental	
1224	1.- Caracol 3.- 22°31'17" N 101°11'11" W	1.- Areniscas y Lutitas 2.- Gradación	1.- Verde Oliva 2.- Fragmentos de Roca, Cuarzo y Feldspatos 3.- Grano Medio	1.- Epicalistica Sanficta 2.- a) Feldspatos 40%, Fragmentos de Roca 12%, Cuarzo 22% b) Magnetita 2% c) Clorita 2%, Muscovita 2%	Algunos Feldspatos conservan sus macias	Arenita Arcosica	Talud Continental	

NUM DE MUESTRA	DATOS DE CAMPO			DESCRIPCION MEGASCOPICA	DESCRIPCION MICROSCOPICA	CARACTERES ESPECIALES	CLASIFICACION	ORIGEN DE LA ROCA
	1.- FORMACION	2.- LOCALIDAD	3.- COORDENADAS					
1212	1.- Tfp. 2.- M. redonda 3.-	1.- Toba volcánica vesicular	1.- pardo claro	1.- gres oscuro	1.- Cristalinidad: Porfirítica 2.- Granularidad: Porfirítica Fabrica: Mixta o Vitrea (esferulítica). 3.- a) Sanidino b) Zircón Oligoclasa d) Esferulitas Cuerno Plagioclasa Zonada	Se observan en lotes delgados las esferulitas de calcodona Foto 29		Producto de la erupción de una Caldera
1221	1.- Dacita Jacavequero 2.-	1.- Dacita 2.- Flujo de lava	1.- gris claro	1.- gris oscuro 2.- feldespato y vidrio 3.- Porfirítica	1.- Cristalinidad: Microcristalina Granularidad: Porfirítica Fabrica: Microlitica - Amigaloide 2.- a) Oligoclasa - Andesina 80% b) Magnetita 2% c) Clorita 3% d) Vidrio 15%	Las vesículas se encuentran rellenas de calcitas y calcodony	Dacita	como cinerítico
1222	1.- Andesita C. Blanca 2.-	1.- Andesita 2.- Flujo de lava	1.- gris oscuro	1.- gris oscuro 2.- feldespato 3.- Porfirítica	1.- Cristalinidad: Microcristalina Granularidad: Afanítica Fabrica: Microlitica - Tracuítica 2.- a) Oligoclasa 60% c) Clorita 2% Andesina 10% d) Vidrio b) Magnetita 4% Calcodona 2%	Los microlitos se encuentran orientados foto 30	Andesita	como cinerítico
1225	1.- Andesita C. Blanca 2.-	1.- Andesita 2.- Flujo de lava	1.- gris oscuro	1.- gris oscuro 2.- Afanítica	1.- Cristalinidad: Microcristalina Granularidad: Afanítica Fabrica: Microlitica Amigaloide 2.- a) Oligoclasa - Andesina 84% b) Magnetita 1% c) Clorita 2% d) Vidrio 10% Calcodona 2%	Vidrio en esferulitas.	Andesita	como cinerítico
1226	1.- Andesita C. Blanca 2.-	1.- Andesita 2.- Flujo de lava	1.- gris oscuro	1.- gris oscuro 3.- Afanítica	1.- Cristalinidad: Microcristalina Granularidad: Porfirítica Fabrica: Microlitica 2.- a) Oligoclasa - Andesina 5% b) Augita 5% Magnetita 2% d) Microlitos de Plagioclasa 80%	Porfidos constituidos por augita y Plagioclasa	Andesita	como cinerítico
1227	1.- Lacta Portuuelo 2.-	1.- Toba	1.- Pardo rojizo 2.- Vidrio, Cuerno y fragmento de roca. 3.- Fanerítica	1.- negro 2.- olivino	1.- Cristalinidad: Microcristalina Granularidad: Fanerítica Fabrica: Piroclástica 2.- a) Oligoclasa Cuerno b) Magnetita Plagioclasa Zonada Fragmento de Roca	Los fragmentos líticos con lig horblanda, plagioclasa zonada en una matriz Microlitica.	Toba cristalina	Producto de explosión de una Caldera.
1228	1.- Basaltos la Joya 2.- Cerro la Campana	1.- Xenolito 2.- Flujo lava	1.- negro 2.- olivino	1.- negro 2.- olivino	1.- Cristalinidad: Microcristalina Granularidad: Equigranular Eudral 2.- a) Olivino 60% Hiparatsena 25% (ortopiroxeno) Augita 15% (clinopiroxeno)	La roca que los contiene: a) Labradorita. b) Olivino Fe Augita Ca. d) Vidrio y Microlitos.	Xenolito (Lherzolite) Basalto alcalino.	Hanto Superior
1229	1.- Basalto la Joya 2.- Cerro la Campana	1.- Xenolito 2.- Flujo de lava	1.- negro 2.- Plagioclasa	1.- negro 2.- Plagioclasa	2.- a) Oligoclasa - Andesina 72% Cuerno 10% Plagioclasa Zonada 10% b) Magnetita 2% Augita 5% Esfena	Los cristales se encuentran rotos.	Clase Textural Onela. Clase química: Cuerno-Feldspática Cuerno-Feldspática	Basamento
1231	1.- Canicra	1.- Granito de Macovita	1.- Blanco 2.- Cuerno, Feldspato 3.- Porfirítica	1.- Blanco 2.- Cuerno, Feldspato 3.- Porfirítica	1.- Cristalinidad: Policristalina Granularidad: Porfirítica 2.- Cuerno 39.72% Plagioclasa 28.88% Ortoclasa 18.05% b) Muscovita 5.13% c) Suralina 7.5%	Cuerno microcristalino por la orientación por turnamiento	Granito	Fragmento Igneo Transportado

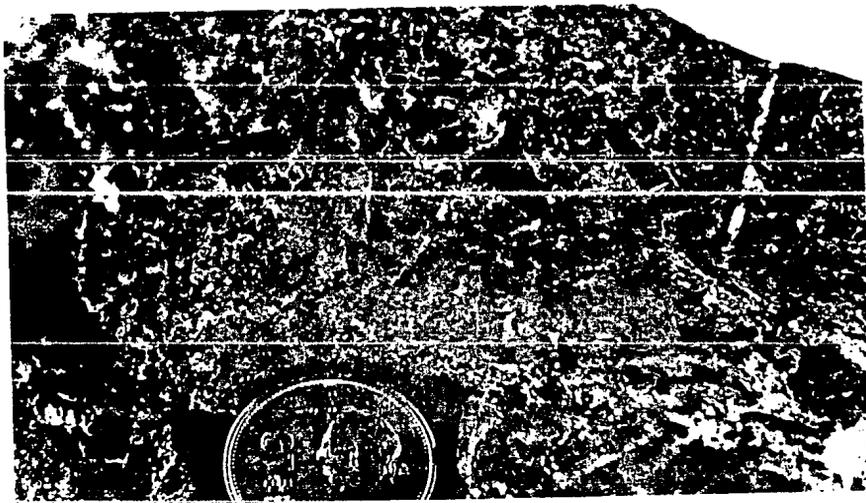
**A N E X O   P A L E O N T O L O G I C O**



Fotografía 30

Formación : Cuesta del Cura  
 Phylum : Mollusca  
 Clase : Bivalvia  
 Orden : Pterioida  
 Familia : Inoceramidae  
 Género : Inoceramus J. Sowerby, 1814  
 Especie : Inoceramus cf. I. pictus  
 Edad : Cenomaniano Superior

Descripción.- Concha subcircular, inequivalva a inequilá-  
 tera cuya región posterior está muy desarrollada.  
 Poseen un ligamento interno, concentrado en determinados  
 puntos del área; ornamentación no radial.



Fotografía 31

Formación : Cuesta del Cura  
 Phylum : Mollusca  
 Clase : Cephalopoda  
 Orden : Ammonoidea  
 Familia : Hamitidae  
 Género : Hamites Parkinson, 1811  
 Especie : H. (Psilohamites) sp.  
 Edad : Albiano Superior

Descripción.- Concha desarrollada, presenta costillas  
 simples ininterrumpidas ventralmente. Enrollamiento -  
 helicoidal.



## Fotografía 32

Formación : Cuesta del Cura  
Phylum : Mollusca  
Clase : Cephalopoda  
Orden : Ammonoidea  
Familia : Tetragonitidae  
Género : Kosmatella Jacob, 1907  
Especie : Kosmatella sp.

Descripción.- Sección trapezoidal, los surcos se multiplican y se amplifican. Del ombligo parten finas estrías de crecimiento.

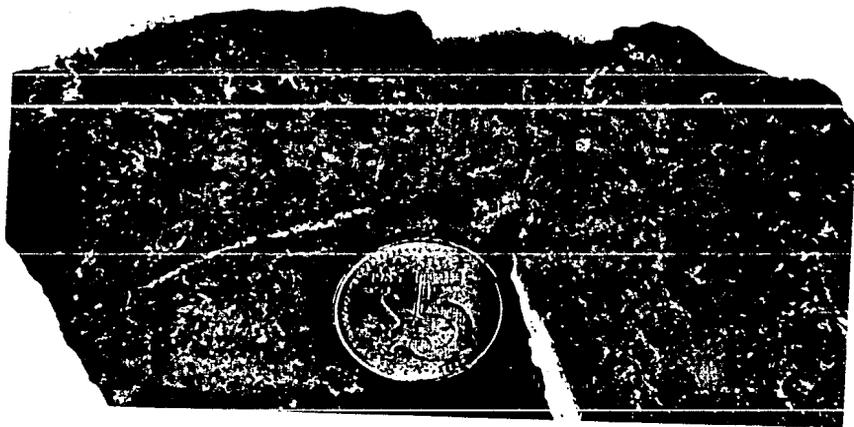
Una derivación aproximada de Eotetragonites.



Fotografía 33

Formación : Cuesta del Cura  
 Phylum : Mollusca  
 Clase : Cephalopoda  
 Orden : Ammonoidea  
 Familia : Brancoceratidae  
 Género : Mortoniceras Meek, 1876  
 Especie : Mortoniceras sp.  
 Edad : Albiano Superior

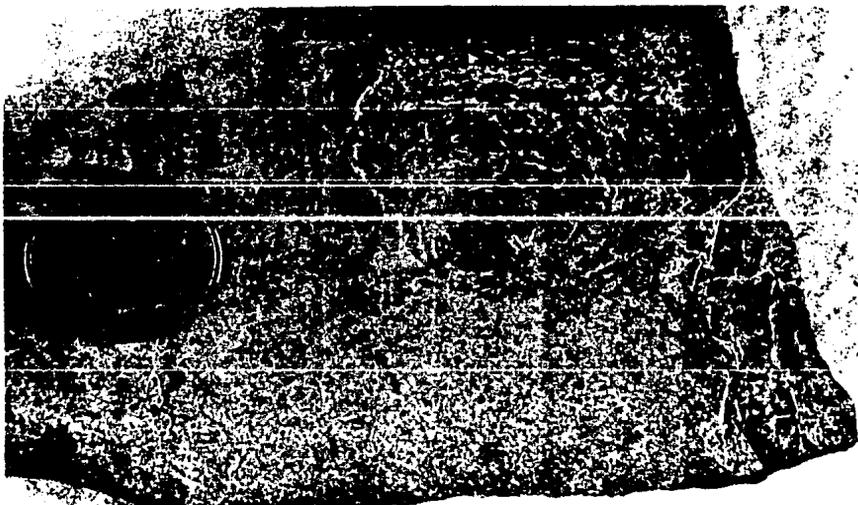
Descripción.- Costillas de moderadamente finas a muy gruesas, cubiertas de tubérculos o espinas.  
 Poseen una gran apófisis rostral retorcida hacia atrás.



Fotografía 34

Formación : Cuesta del Cura  
 Phylum : Mollusca  
 Clase : Cephalopoda  
 Orden : Ammonoidea  
 Familia : Tetragonitidae  
 Género : Tetragonites Kosmat, 1985  
 Especie : Tetragonites sp.  
 Edad : Albiano Medio-Cenomaniano Superior

Descripción.- Concha tosca, ornamentación con finas estrías. Enrollamiento moderadamente evolutivo. Sección usualmente cuadrada pero también redonda. Suturas auxiliares en línea recta.



Fotografía 35

Formación : Indidura  
 Phylum : Mollusca  
 Clase : Bivalvia  
 Orden : Pterioida  
 Familia : Inoceramidae  
 Género : Inoceramus J. Sowerby, 1814  
 Especie : Inoceramus (Mytiloides) subhercynicus e I.  
           (M) hercynicus  
 Edad : Turoniano Inferior

Descripción.- Concha subcircular con estrías y surcos  
 concéntricos, equivalva a moderadamente inequivalva.  
 Ornamentación concéntrica, raramente radial.

## ESTRATIGRAFICA

LITOLOGIA	ESTRUCTURAS	FOSILES	MEDIO DE FORMACION
			<p style="text-align: center;">CONO CINERITICO</p> <p style="text-align: center;">MAGMATISMO ASH FLOW</p> <p style="text-align: center;">CENIZAS VOLCANICAS DEPOSITADAS POR AIRE</p> <p style="text-align: center;">ERUPCION TIPO PIROCLASTICA</p>

## SIMBO

TOPOGRAFICA:  
 CURVAS DE NIVEL \_\_\_\_\_  
 CARRETERA \_\_\_\_\_  
 TERRACERA O VEREDA \_\_\_\_\_  
 RIO \_\_\_\_\_  
 ARROYO \_\_\_\_\_  
 MANANTIAL \_\_\_\_\_  
 POBLADO \_\_\_\_\_  
 CASERIO, ESCUELA, TEMPLO, MINA \_\_\_\_\_  
 EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL \_\_\_\_\_

GEOLOGICA :  
 ANTICLINAL \_\_\_\_\_  
 SINCLINAL \_\_\_\_\_  
 ANTICLINAL RECOSTADO \_\_\_\_\_  
 SINCLINAL RECOSTADO \_\_\_\_\_  
 FALLA NORMAL \_\_\_\_\_  
 FALLA INVERSA \_\_\_\_\_  
 CONTACTO GEOLOGICO NORMAL \_\_\_\_\_  
 SECCION \_\_\_\_\_  
 ECHADO FOTOGEOLOGICO \_\_\_\_\_  
 RUMBO Y ECHADO MEDIDO EN EL CAM \_\_\_\_\_  
 APARATO VOLCANICO \_\_\_\_\_

LITOLOGICA :  
 ALUVION \_\_\_\_\_  
 CONGLOMERADO \_\_\_\_\_  
 ARENISCAS \_\_\_\_\_  
 LUTITAS \_\_\_\_\_  
 DOLOMIA \_\_\_\_\_  
 CALIZA WACKSTONE \_\_\_\_\_  
 SEDIMENTOS POCO CONSOLIDADOS \_\_\_\_\_  
 YESOS \_\_\_\_\_  
 BASALTOS \_\_\_\_\_  
 ANDESITAS \_\_\_\_\_  
 TOBAS \_\_\_\_\_  
 RIOLITAS \_\_\_\_\_  
 DACITAS \_\_\_\_\_

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS :  
 BOUNDAGE \_\_\_\_\_  
 BOMBAS VOLCANICAS CON XENOLITOS DE B \_\_\_\_\_  
 BOMBAS VOLCANICAS CON XENOLITOS DE L \_\_\_\_\_  
 DISCORDANCIA \_\_\_\_\_  
 DISCORDANCIA ANGULAR \_\_\_\_\_  
 ESFERULITAS, ESTILOLITAS \_\_\_\_\_  
 ESTRUCTURA FLUIDAL \_\_\_\_\_  
 LAMINACION CRUZADA \_\_\_\_\_  
 LAMINACION GRADADA \_\_\_\_\_  
 LAMINACION PARALELA \_\_\_\_\_  
 LAMINACIONES DE NEAMITTA \_\_\_\_\_

C A

EDIO DE FORMACION

CONO  
CINERITICO

MAGMATISMO  
ASH FLOW

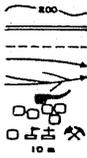
ENIZAS VOLCANICAS  
DEPOSITADAS  
POR AIRE

ERUPCION TIPO  
PIROCLASTICA

# S I M B O L O G I A

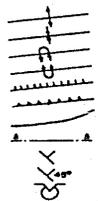
## TOPOGRAFICA:

- CURVAS DE NIVEL \_\_\_\_\_
- CARRETERA \_\_\_\_\_
- TERRACERIA O VEREDA \_\_\_\_\_
- RIO \_\_\_\_\_
- AHROYO \_\_\_\_\_
- MANANTIAL \_\_\_\_\_
- POBLADO \_\_\_\_\_
- CASERIO, ESCUELA, TEMPLO, MINA \_\_\_\_\_
- EDURDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL \_\_\_\_\_



## GEOLOGICA :

- ANTICLINAL \_\_\_\_\_
- SINCLINAL \_\_\_\_\_
- ANTICLINAL RECOSTADO \_\_\_\_\_
- SINCLINAL RECOSTADO \_\_\_\_\_
- FALLA NORMAL \_\_\_\_\_
- FALLA INVERSA \_\_\_\_\_
- CONTACTO GEOLOGICO NORMAL \_\_\_\_\_
- SECCION \_\_\_\_\_
- ECHADO FOTOGEOLOGICO \_\_\_\_\_
- RUMBO Y ECHADO MEDIDO EN EL CAMPO \_\_\_\_\_
- APARATO VOLCANICO \_\_\_\_\_



## LITOLOGICA :

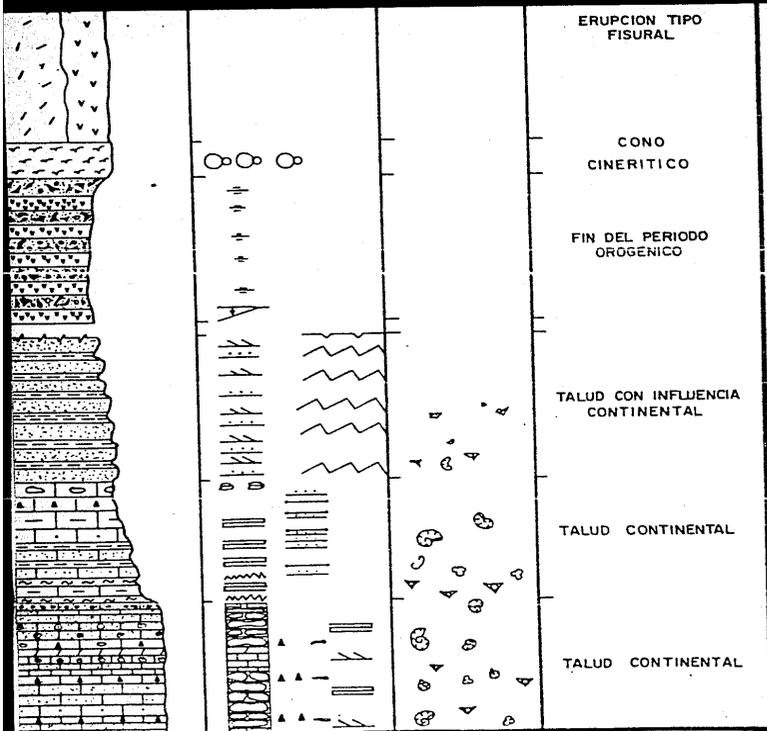
- ALUVION \_\_\_\_\_
- CONGLOMERADO \_\_\_\_\_
- ARENISCAS \_\_\_\_\_
- LUTITAS \_\_\_\_\_
- DOLOMIA \_\_\_\_\_
- CALIZA WACKSTONE \_\_\_\_\_
- SEDIMENTOS POCO CONSOLIDADOS \_\_\_\_\_
- YESOS \_\_\_\_\_
- BASALTOS \_\_\_\_\_
- ANDESITAS \_\_\_\_\_
- TOBAS \_\_\_\_\_
- RIOLITAS \_\_\_\_\_
- DACITAS \_\_\_\_\_



## ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS :

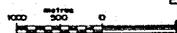
- BOUDINAGE \_\_\_\_\_
- BOMBAS VOLCANICAS CON XENOLITOS DE GNEIS CUARZO-FELDESPATICOS \_\_\_\_\_
- BOMBAS VOLCANICAS CON XENOLITOS DE LHERZOLITA \_\_\_\_\_
- DISCORDANCIA \_\_\_\_\_
- DISCORDANCIA ANGULAR \_\_\_\_\_
- ESFERULITAS, ESTILOLITAS \_\_\_\_\_
- ESTRUCTURA FLUIDAL \_\_\_\_\_
- LAMINACION CRUZADA \_\_\_\_\_
- LAMINACION GRADADA \_\_\_\_\_
- LAMINACION PARALELA \_\_\_\_\_
- LAMINACIONES DE HEMATITA \_\_\_\_\_





LENTES DE CALIZA \_\_\_\_\_  
 LIMITE DE ESPESOR CONOCIDO \_\_\_\_\_  
 MARCAS DE CORRIENTE ( RIPLES ) \_\_\_\_\_  
 AMIGDALAS \_\_\_\_\_  
 NODULOS, LENTICULAS Y BANDAS DE PEDER \_\_\_\_\_  
 SEUDO ESTRATIFICACION \_\_\_\_\_  
 SUPERFICIE EROSIONADA \_\_\_\_\_

**FOSILES:**  
 AMONOIDEOS \_\_\_\_\_  
 GLOBIGERINAS \_\_\_\_\_  
 PELECIPODOS \_\_\_\_\_  
 VERTEBRAS DE PEZ \_\_\_\_\_  
 FRAGMENTOS DE FOSILES \_\_\_\_\_



FACUL  
 U.  
 TES  
 GEOL  
 A  
 SALVATIERRA  
 TERRONES

ERUPCION TIPO  
FISURAL

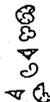
CONO  
CINERITICO

FIN DEL PERIODO  
OROGENICO

LENTES DE CALIZA \_\_\_\_\_  
LIMITE DE ESPESOR CONOCIDO \_\_\_\_\_  
MARCAS DE CORRIENTE ( RIPLES ) \_\_\_\_\_  
AMGDALAS \_\_\_\_\_  
NODULOS, LENTICULAS Y BANDAS DE PEDEARNAL NEGRO \_\_\_\_\_  
SEUDO ESTRATIFICACION \_\_\_\_\_  
SUPERFICIE EROSIONADA \_\_\_\_\_



FOSILES:  
AMONOIDEOS \_\_\_\_\_  
GLOBIGERINAS \_\_\_\_\_  
PELECIPODOS \_\_\_\_\_  
VERTEBRAS DE PEZ \_\_\_\_\_  
FRAGMENTOS DE FOSILES \_\_\_\_\_



TALUD CON INFLUENCIA  
CONTINENTAL

TALUD CONTINENTAL

TALUD CONTINENTAL

ESCALA 1:50,000



FACULTAD DE INGENIERIA  
U. N. A. M.

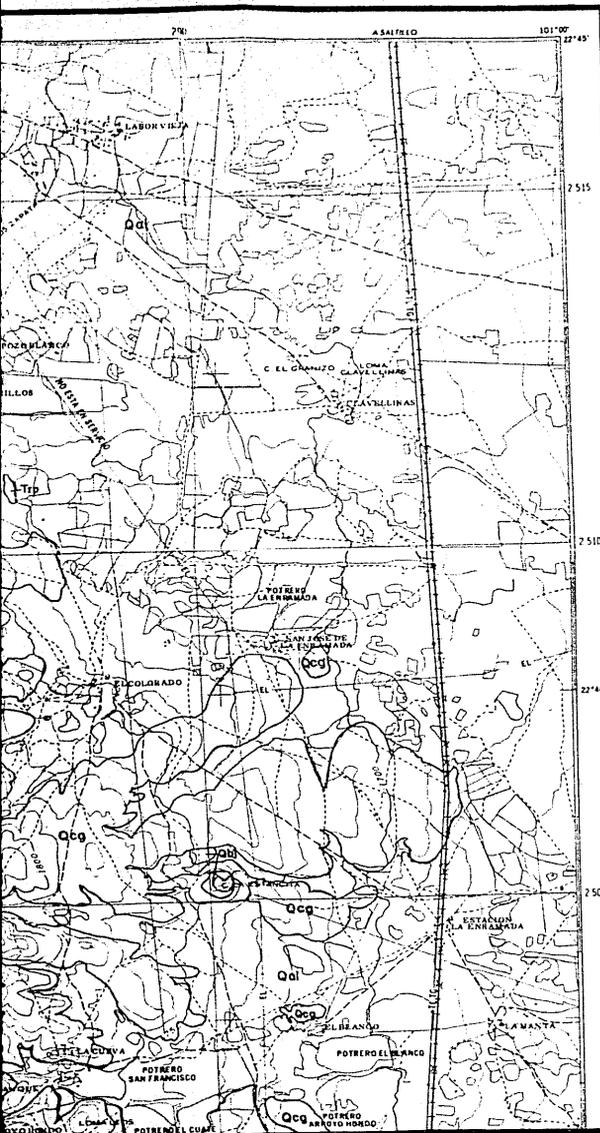
TESIS PROFESIONAL

GEOLOGIA SUPERFICIAL  
AREA MOCTEZUMA

SALVATIERRA DOMINGUEZ  
TERRONES MENESES A.

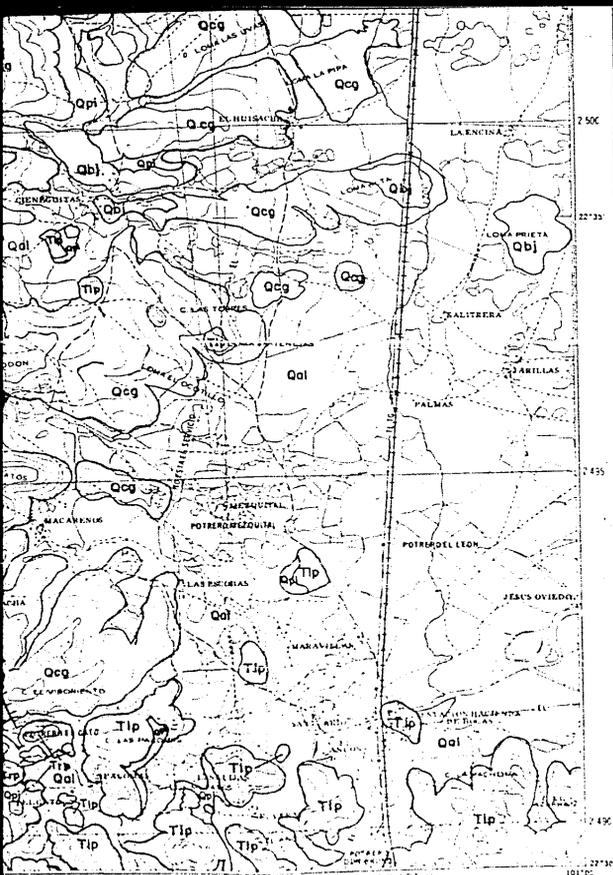
MOCTEZUMA  
SAN LUIS POTOSI



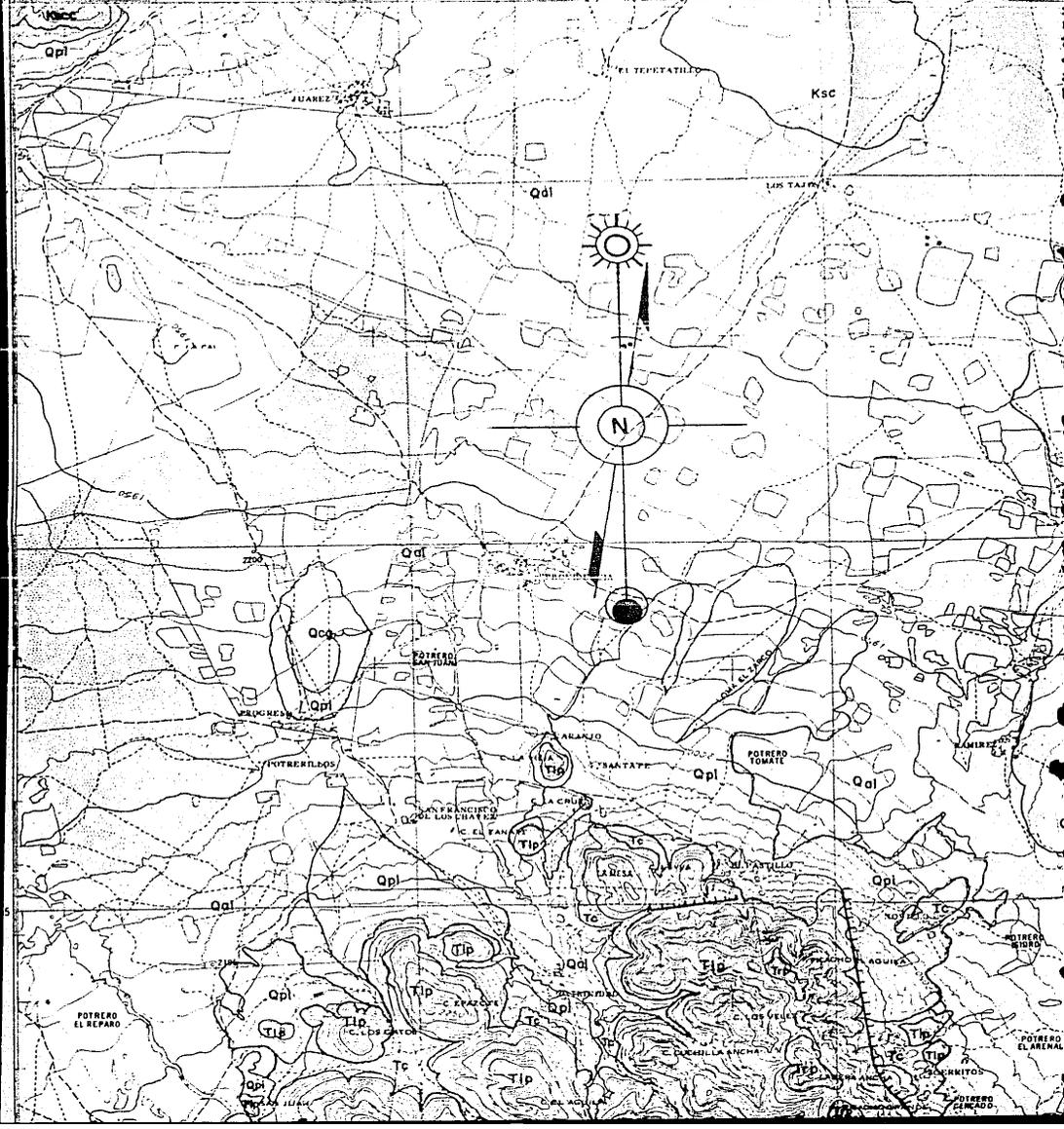


C O L U M N A				
E D A D		FORMACION	ESPESO M	
C E N O Z O I C A	G O C E N A R I O	HOLOCENO	SEDIMENTOS RECIENTES Qal, Qpl y Qcg	20
		PLEISTOCENO	BASALTOS LA JOYA Qb1	30
		PLIOCENO	PANALILLO Ttp Tap	220
		MIOCENO	PORTEZUELOS Ttp	160





C I O	R	OLIGOCENO	JACAQUERO Tj	120	
		EOCENO	CASITA BLANCA Tcb	10	
		PALEOCENO	CENICERA Tc	80	
M E S O Z O I C O	C R E T A C I O	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO	CARACOL Ksc	62
			CAMPANIANO		
			SANTONIANO		
			CONIACIANO	INDIDURA Ksi	68
			TURONIANO		
			CENOZANIANO		
	INFERIOR	CUESTA DEL CURA Kscc	78		

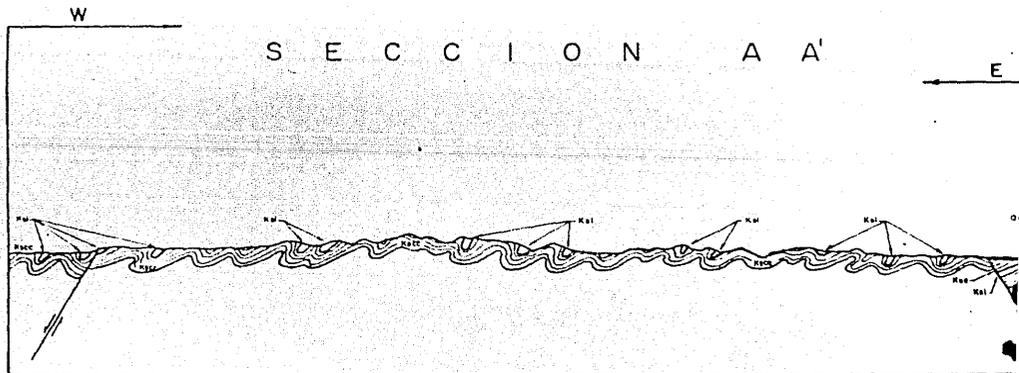








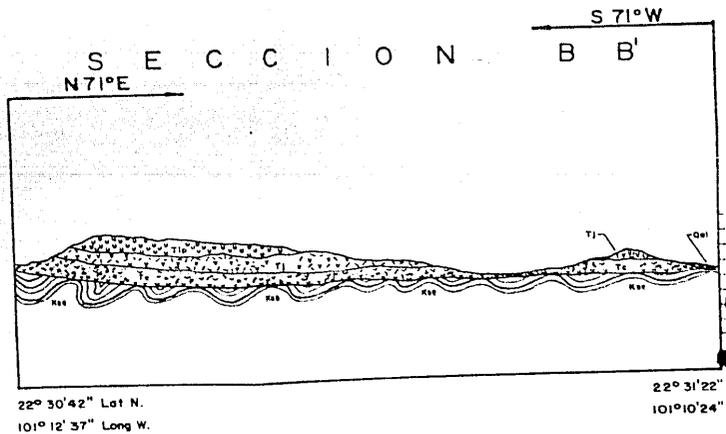
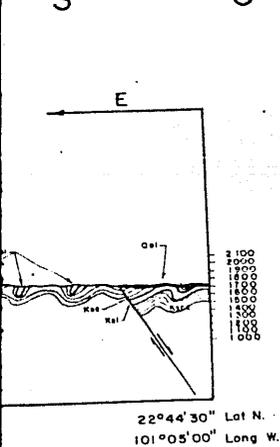
S E C C I O N E S



22° 44' 30" Lat N.  
101° 12' 00" Long W

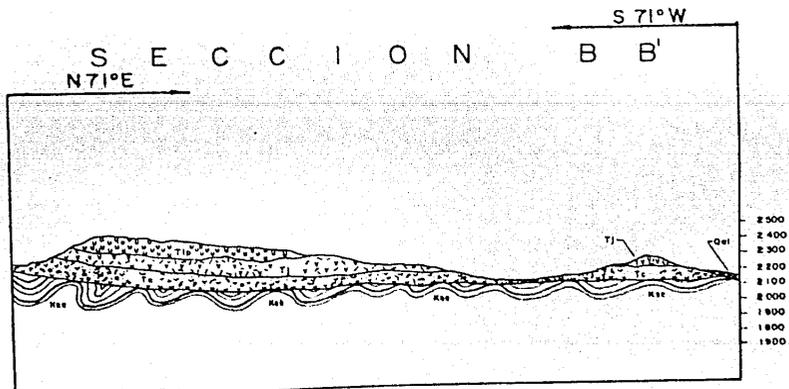
ESCALA 1:50,000.

# S G E O L O G I C A S



E O L O G I C A S

S E C C I O N B B'



22° 30' 42" Lat N.  
101° 12' 37" Long W.

22° 31' 22" Lat N.  
101° 10' 24" Long W.

ESCALA 1: 25,000.