

3  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DEL SISTEMA PETROLERO "SIERRA  
MADRE ORIENTAL", EN EL SECTOR SURESTE  
DE LA HOJA FILOMENO MATA (F14-D84),  
ESTADO DE PUEBLA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO GEOLOGO**

P R E S E N T A :

**VICTOR HUGO ARRIAGA MARTINEZ**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1997.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-022

SR. VICTOR HUGO ARRIAGA MARTINEZ  
Presente

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

**ANALISIS DEL SISTEMA PETROLERO "SIERRA MADRE ORIENTAL", EN EL SECTOR SURESTE DE LA HOJA FILOMENO MATA (F14-D84), ESTADO DE PUEBLA**

	INTRODUCCION
I	GENERALIDADES
II	FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA
III	ESTRATIGRAFIA
IV	GEOLOGIA ESTRUCTURAL
V	GEOLOGIA HISTORICA
VI	SISTEMA PETROLERO
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA
	MAPAS E ILUSTRACIONES

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, a 15 de abril de 1998  
EL DIRECTOR

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS\*RL\*LR\*glg

### **Agradecimientos**

**A la Facultad de Ingeniería de la UNAM por proporcionarme la oportunidad de ser alguien y permitirme llegar a la cúspide de mi formación profesional.**

**Al Ing. Javier Arellano Gil por su apoyo incondicional brindado y su ayuda para la realización de la presente tesis como asesor y amigo.**

**Al Ing. Gilberto Silva Romo por sus inapreciables sugerencias, su comprensión, su tiempo y dedicación para la revisión de la presente tesis.**

**A la Ing. Claudia Mendoza Rosales por revisarme hasta los más pequeños detalles de esta tesis, su tiempo y dedicación.**

**Al Ing. Emiliano Campos Madrigal por sus consejos y comentarios al presente trabajo.**

**Al Ing. Dionisio Valdéz Mendoza por sus consejos desde el inicio de mi carrera y sus comentarios al presente trabajo.**

**Al Sr. Adán Castro Flores por su ayuda en la elaboración de las figuras y su amistad.**

**A todos y cada uno de mis maestros que tuve en la Facultad, por sus consejos y conocimientos que contribuyeron a mi formación profesional.**

**A mis tíos Pablo y Emma por aguantarme en su casa estos 5 años, sus consejos y su cariño.**

**VÍCTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ**

### **Dedicatorias**

**A DIOS por darme la fuerza y valor para continuar aún en los momentos más difíciles de mi vida.**

**A mis PADRES, quienes me dieron la vida, me educaron y a quienes les debo todo lo que soy.**

**A mis abuelos por todo su cariño y comprensión.**

**A mis hermanos**

**A Silvia**

**A Manuel.**

**A mis amigos:  
Juan P. Sánchez  
Juan Carlos Cruz  
Marco A. Sandoval  
Beatriz Mojica  
Rogelio Vence  
Ernesto Cruz  
Alberto Almodovar  
Antonio Nolasco**

**VÍCTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA PETROLERO SIERRA  
MADRE ORIENTAL, EN EL SECTOR SURESTE DE LA  
HOJA FILOMENO MATA (F14-D84), ESTADO DE  
PUEBLA**

## CONTENIDO

Introducción.....	5
<b>Capítulo I. Generalidades:</b>	
a) Localización.....	7
b) Vías de Acceso.....	7
c) Clima.....	7
d) Flora y Fauna.....	7
e) Población y Cultura.....	10
<b>Capítulo II. Fisiografía y Geomorfología:</b>	
Fisiografía.....	12
a) Orografía.....	12
b) Hidrografía.....	12
Geomorfología.....	12
a) Relieve de rocas sedimentarias.....	14
b) Relieve de rocas ígneas.....	14
<b>Capítulo III. Estratigrafía:</b>	
Formación Huayacocotla.....	16
Formación Tenexcate.....	18
Formación Tepéxic.....	20
Formación Santiago.....	21
Formación Tamán.....	22
Formación Pimienta.....	24
Formación Tamaulipas Inferior.....	25
Formación Tamaulipas Superior.....	26
Formación Agua Nueva.....	27
Formación San Felipe.....	29
Formación Méndez.....	30

<b>Rocas Ígneas.....</b>	<b>31</b>
<b>Capítulo IV. Geología Estructural.</b>	
Geología Estructural.....	33
Anticlinorio de Villa Juárez.....	33
Sinclinal Africa.....	34
Anticlinal Bionvenido.....	34
Plegues Menores.....	35
Falla Npopualco.....	38
Falla San Pedro.....	38
Falla San Mateo.....	38
<b>Capítulo V. Geología Histórica:</b>	
Introducción.....	40
Jurásico.....	40
Cretácico.....	41
Terciario.....	42
Cuatrmano.....	42
<b>Capítulo VI. Sistema Petrolero:</b>	
Sistema Petrolero.....	44
Subsistema Generador.....	47
Subsistema Almacenador.....	48
Subsistema Sello.....	48
Subsistema de Entrampamiento.....	50
Subsistema de Migración.....	50
Factores adversos a la acumulación de hidrocarburos.....	51
<b>Conclusiones:</b>	
Estratigráficas.....	53
Estructurales.....	54

<b>Sistema Petrolero.....</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>57</b>
<b>Apéndice Petrográfico.....</b>	<b>60</b>
<b>Anexo 1 (Mapa y Sección Geológicos)</b>	

## INTRODUCCIÓN

### OBJETIVOS

- Realizar el análisis del sistema petrolero Sierra Madre Oriental en su parte suroccidental, en el sureste de la Hoja Filomeno Mata (F14-D84), en el norte del estado de Puebla.
- Actualizar la cartografía geológica y la nomenclatura de las formaciones geológicas.
- Determinar y caracterizar las estructuras mayores, definiendo su forma, dimensiones y simetría.

### MÉTODO DE TRABAJO

A) **Etapa Preliminar.** Consistió en la recopilación, análisis y síntesis de la información geológica previa. Se interpretaron las fotografías aéreas verticales a esc. 1:80,000 y se realizó un mapa fotogeológico preliminar.

B) **Etapa de Campo.** En esta etapa se llevó a cabo el levantamiento de información geológica en un área de 258.39 km<sup>2</sup>. Consistió en verificar en campo los sitios de interés, se recabó información estructural y estratigráfica de cada una de las formaciones, se definió con precisión la cartografía y se recolectaron muestras de roca para estudios petrográficos y paleontológicos. Se realizó también el levantamiento de una sección estructural de 11.5 km de longitud.

C) **Etapa de Análisis e Integración de la Información.** Se realizó el análisis e interpretación de los datos colectados en campo; se clasificaron las muestras de roca, se determinaron los microfósiles y microfósiles. Con los resultados se elaboró este texto.

La presente tesis se realizó como parte del proyecto denominado "Estudio Geológico Coxquihui", mismo que la Facultad de Ingeniería de la UNAM realizó para Petróleos Mexicanos, en el marco de los convenios de colaboración que realizan anualmente dichas dependencias. El responsable del proyecto es el Ing. Javier Arcollano Gil, quien además es el director de la presente tesis.

---

## CAPÍTULO I. GENERALIDADES

---

#### A) LOCALIZACIÓN.

El área de estudio se localiza al noreste de la Ciudad de Puebla, aproximadamente a 110 km. Está limitada por los paralelos 20° 00' 00" y 20° 08' 00" Norte, y los meridianos 97° 40' 00" y 97° 50' 00" Oeste.

Queda situada en la parte sureste de la carta topográfica F14-D84 "FILOMENO MATA", escala 1:50,000 del INEGI, abarcando una superficie de 258.39 km<sup>2</sup> (fig. 1).

En esta área quedan situados los siguientes municipios del estado de Puebla: Amixtlán, Camocuautla, Coatepec, Hermenegildo Galeana, Hueytlalpan, Otlintla, San Felipe Tepatlán, Tepango de Rodríguez y Tlapacoya.

#### B) VÍAS DE ACCESO

El acceso por carretera se consigue por la parte noroccidental de la Hoja FILOMENO MATA, viniendo por la carretera federal no. 130, que une las ciudades de Tulancingo, Hgo. y Poza Rica, Ver.

Al llegar a la Ciudad de Huauchinango, Pue. entramos por el camino de terracería que une las poblaciones de Nuevo Necaxa - Xochicuautla, este poblado se encuentra en el límite noroeste del área de estudio. (fig. 2)

Por el sur el acceso se logra por la carretera federal no. 119, que une las poblaciones de Apizaco - Zacatlán; al llegar a este poblado transitamos la carretera hacia el poblado de Tepango, llegando a la parte suroeste de la zona de estudio. Esta misma carretera nos lleva a la parte sureste, tomando la desviación de Tepango - Zapotitlán.

La mayor parte de la zona está comunicada por caminos de terracería, aunque todavía existen poblados que se comunican por brechas y veredas.

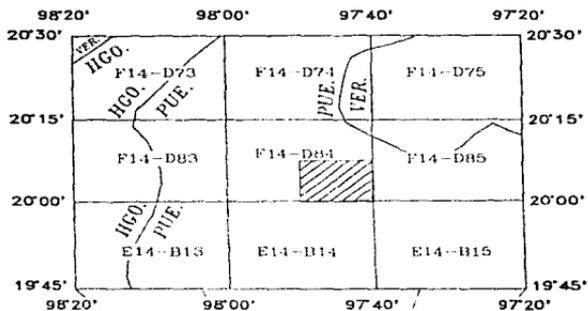
#### C) CLIMA

Según la Enciclopedia de los Municipios de México (1987), en el área de estudio se tiene únicamente el clima:

(A) C (fm): clima de cálido a semicálido, subhúmedo con lluvias todo el año y con temperatura media anual mayor de 18°C. Se tiene una precipitación media anual de 2,250 milímetros.

#### D) FLORA Y FAUNA

En la zona se observan algunas áreas con bosques de pino en los municipios de Amixtlán, Camocuautla y San Felipe Tepatlán. La vegetación natural ha sido desplazada para implantar cafetales, también tenemos áreas dispersas de pastizal cultivado e inducido. En la ribera del Río San Pedro (Otlintla) se observan algunas áreas con selva alta perennifolia. Muchas extensiones de terreno son utilizadas como potreros para ganado vacuno aunque también habitan ganado asnal, mular y caprino, algunas aves y serpientes.



FUENTE DEL ESTUDIO GEOLOGICO CONSULTA

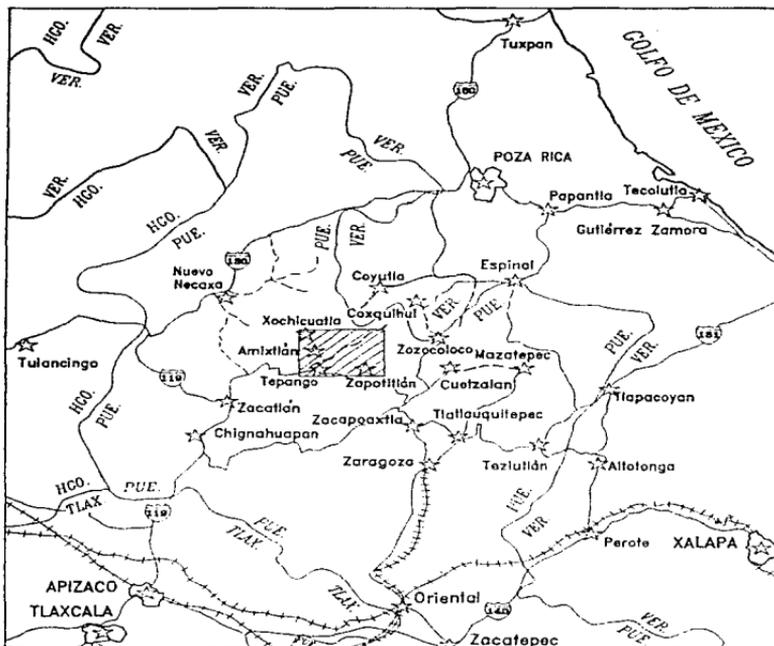
**UNAM** FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL  
VÍCTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ

**LOCALIZACIÓN**

Mayo 1997

FIG. 1



Carretera  
 Terracería  
 Numeración de ruta  
 Via de ferrocarril  
 Cabecera municipal  
 Área de estudio



TOMADO DEL ESTADO GEOGRÁFICO DE VERACRUZ

**UNAM** FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

VÍCTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ

**VÍAS DE ACCESO**

Mayo 1967

FIG. 2

#### **E) POBLACIÓN Y CULTURA.**

Para 1990, la población de los municipios que se ubican en el área se estimaba en 25,000 habitantes (Secretaría de Gobernación, 1987).

Las principales actividades económicas que se realizan son la agricultura que consiste en el cultivo de maíz, café, platano y frijol. En las zonas de bosque, parte de la población se dedica a la explotación forestal.

La región recibe la señal de cadenas televisoras nacionales, de estaciones de radio nacionales y estatales; las comunidades pequeñas cuentan con servicios de luz y teléfono, además los municipios tienen agua potable y drenaje.

La población dispone de infraestructura educativa básica en los niveles preescolar, grupos de preescolar bilingüe (español-náhuatl), primaria, primaria bilingüe y escuela-albergue primaria y telesecundaria.

---

**CAPÍTULO II. FISIOGRAFÍA Y**

**GEOMORFOLOGÍA**

---

## **FISIOGRAFÍA**

De acuerdo a la clasificación de la D.G.G. (1981), el área de estudio se encuentra en la Provincia Sierra Madre Oriental Alta, dentro de la Subprovincia Carso Huasteco (fig. 3).

### **A) Orografía.**

El área se ubica en la región morfológica de la Sierra Norte de Puebla, en la cual encontramos formas variadas de relieve entre las que destacan:

-Sierras alargadas y escarpadas, las cuales varían en amplitud y dimensiones, tienen orientación suroeste-noreste y se encuentran distribuidas por toda el área, sobresaliendo el Cerro Axtiziu en la parte suroeste de la zona con una altitud de 1700 m (ver el mapa geológico).

-Una pequeña mesa se observa en el poblado de Tepango, la cual presenta un borde abrupto hacia el río Nepequialco.

-Un valle angosto ubicado, en la parte sureste de la zona donde se asientan los poblados de Zapotitlán y Nanacatlán.

-Cañones con paredes escarpadas como los que forma el Río Ajajalpan y sus afluentes, distribuidos por toda el área.

El punto de menor altitud es de 300 m ubicado en el Río Ajajalpan y el punto más alto de 1700 m al oeste del poblado de Tepango y en el Cerro Axtiziu, lo que implica un desnivel de 1400 m.

### **B) Hidrografía.**

La región pertenece a la vertiente septentrional del estado de Puebla, formada por las distintas subcuencas de los ríos que desembocan en el Golfo de México, y que se caracteriza por sus ríos jóvenes.

La zona se ubica dentro de la cuenca del Río Tecolulula, y es recorrida por varios ríos prominentes de la Sierra Norte destacando el Ajajalpan y el Zempoala (anexo 1).

El sistema fluvial está constituido por corrientes permanentes, corrientes intermitentes y abundantes manantiales.

El drenaje de las corrientes permanentes está representado por el Río Ajajalpan y sus afluentes principales con cursos de agua permanente como son los Ríos San Mateo, Munal, Zun, San Pedro y Tapayula.

El drenaje de las corrientes intermitentes está representado por los arroyos afluentes del Río Ajajalpan.

Se observan numerosos manantiales, ubicados en las partes más altas por lo que se construyeron acueductos al sur del área para llevar agua potable a poblaciones más grandes.

El patrón de drenaje es del tipo dendrítico con una orientación general suroeste-noreste con direcciones perpendiculares de sus afluentes, esta misma orientación la tienen las sierras arriba mencionadas.

De acuerdo a Horton, el Río Ajajalpan se clasifica como drenaje de octavo orden aunque también se observaron segundo y quinto orden en sus afluentes.

## **GEOMORFOLOGÍA.**

El relieve de la región expresa los procesos endógenos y exógenos que lo han formado y modelado. Los procesos endógenos son de carácter tectónico y volcánico, en tanto que los procesos exógenos se manifiestan mediante la acción de los agentes de intemperismo y erosión. A continuación se describen las principales características del relieve y la interpretación respecto a su origen y evolución.

## PROVINCIAS FISIográfICAS



- I.- PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA
- II.- LLANURA SONORENSE
- III.- SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- IV.- SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE
- V.- SIERRA MADRE ORIENTAL
- VI.- GRANDES LLANURAS DE NORTE AMÉRICA
- VII.- LLANURA COSTERA DEL PACÍFICO
- VIII.- LLANURA COSTERA DEL GOLFO NORTE
- IX.- MESA DEL CENTRO
- X.- EJE NEOVOLCÁNICO
- XI.- PENÍNSULA DE YUCATAN
- XII.- SIERRA MADRE DEL SUR
- XIII.- LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR
- XIV.- SIERRAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA
- XV.- CORDILLERA CENTRO AMERICANA



MODIFICADO DE INEGI (1981).

TRABAJO DEL ESTADO GEOGRÁFICO COAHUILA

### SUBPROVINCIAS FISIográfICAS

- (30) CARSO HUASTECO
- (36) LLANURAS Y LOMERÍOS
- (57) LAGOS Y VOLCANES DE ANAHUAC

<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
VÍCTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ	
<b>FISIOGRAFÍA</b>	
Mayo 1997	FIG. 3

#### **A) Relieve de rocas sedimentarias.**

Consiste principalmente de sierras de calizas, entre las que destacan cuatro por su extensión: Una al norte, la cual pasa por el poblado de Jojuapango y tiene una orientación noreste-suroeste, la forman los cerros Talvun, Calpuihan, Campanozipl y Punctur; su altura máxima alcanza la cota 1440 m y la mínima 900 m. Su ancho es de aproximadamente 3 km y su pendiente promedio es de: 67.5 %.

La segunda es paralela a la anterior, pasa por el poblado de Coyay, la forman los cerros Pucuxán, Exquillán y Axiain. Su altura máxima alcanza 1560 m y la mínima 500 m. Su ancho aproximado es de 4 km y su pendiente promedio es de: 58 %.

La tercera se ubica al sur, pasa por el poblado de Coatepec y la forman los cerros Taxcoy y Caxtin; tiene una orientación noreste-suroeste. Su altura máxima alcanza 1320 m y la mínima tiene 600 m. Tiene un ancho aproximado de 3 km y su pendiente promedio es de: 68 %.

La cuarta se localiza al noreste, pasa por el poblado de Olintia y tiene una orientación norte-sur; la forman los cerros Laxtepanola, Huangach, El Zopilote, El Cristal, Tlancaxtin y Maxuachituis en el poblado de Nanacatlán. Su altura máxima alcanza 1360 m y la mínima 500 m; tiene un ancho aproximado de 5 km y su pendiente promedio es de: 63 %.

El Río Ajajalpan y sus afluentes dividen las sierras mencionadas formando cañones, cuyas pendientes son escarpadas y presentan grandes desniveles en cada sierra, además forman parte de los agentes exógenos, que contribuyen sustancialmente al modelado del relieve.

El origen de estas sierras se debe a la deformación compresiva ocasionada por la Orogenia Laramide, la cual ocurrió a finales del Cretácico - principios del Terciario causando levantamiento y plegamiento de las secuencias sedimentarias del Jurásico y Cretácico; con esto se generó el cambio de la posición original de las capas sedimentarias al sufrir traslación, distorsión y rotación.

#### **B) Relieve de rocas ígneas.**

Son de dos tipos: las más antiguas forman lomeríos y una pequeña meseta con orientación noreste - sureste formada por los cerros Payaputl y Axtiziu, su altura máxima alcanza 1600 m. Esta meseta forma parte del Anticlinalorio de Villa Juárez y consiste de lobas y derrames de composición riolítica y andesítica de la Formación Tenexcate (Jurásico).

Las rocas volcánicas más jóvenes están formadas únicamente por lomeríos que están constituidos por tobas andesíticas de edad reciente, al igual que un derrame de basaltos que corona un pequeño cerro al noreste de Axtiziu, cerca del poblado La Punta.

El proceso endógeno que le dio origen a las rocas de la Formación Tenexcate fué el vulcanismo extrusivo de composición andesítica y riolítica principalmente. Este vulcanismo se relaciona con la presencia de un arco magmático (Damon et. al., 1981) de tipo andino que inicia en Nevada y el Desierto de Mojave en el Triásico Medio, y que posteriormente este arco volcánico migró a lo largo de la Cordillera Sur (en México) durante el Jurásico medio como respuesta a cambios en la interacción entre las placas tectónicas.

La generación de estas secuencias es anterior a la Orogenia Laramide a excepción del derrame de basaltos y las tobas de la parte sureste que son recientes y que se relacionan con el Eje Volcánico Transmexicano. El origen del Eje Volcánico Transmexicano (Morán, 1985) ha sido relacionado principalmente a la subducción de la Placa de Cocos, debajo de la corteza continental de México, que al nivel de la astenósfera sufre fusión parcial y origina los magmas del eje.

---

## CAPÍTULO III. ESTRATIGRAFÍA

---

La secuencia estratigráfica que aflora en el área de estudio, está constituida por rocas continentales y marinas del Jurásico y Cretácico que están cubiertas en algunas partes por derrames de basaltos y depósitos piroclásticos del Plio-cuaternario. Se identificaron once unidades litostratigráficas mesozoicas con rango de Formación, de las cuales seis pertenecen al Jurásico (Huayacocotla, Tenexcate, Tepéxic, Santiago, Tamán y Pimienta) y cinco al Cretácico (Tamaulipas Inferior, Tamaulipas Superior, Agua Nueva, San Felipe y Méndez). También se reconocieron dos unidades de rocas ígneas del Cuaternario. En la tabla 1 se ilustra la posición de estas unidades y su correlación.

### FORMACIÓN HUAYACOCOTLA

#### **Definición.**

El nombre de la Formación Huayacocotla fue aplicado por Intay et. al. (1940), a una secuencia de más de 300 m. de espesor de capas de areniscas, conglomerados y pocos lentos de calizas del Jurásico Inferior que afloran al norte de Veracruz. La sección tipo se localiza en los afloramientos a lo largo del Río Vinazco al sur de la población de Huayacocotla, Ver.

#### **Distribución.**

Se observa únicamente al sureste del área, en el poblado de Zapotitlán, así como en pequeñas partes al este y oeste del mismo poblado.

#### **Litología y Espesor.**

Consiste de una secuencia de lutitas gris oscuro verdoso y negro, que interperizan en tonos de café, amarillo y rojizo, en estratos de 2 a 10 cm de espesor. Se encuentran intercaladas con estratos de 5 a 25 cm de areniscas de color gris, las cuales contienen abundantes fragmentos de cuarzo, micas y líticos; los clastos son de grano fino y están cementados con sílice.

Las areniscas analizadas en láminas delgadas corresponden con grauvacas líticas (láms. JAV-2A y JAV-2B), compuestas principalmente por cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos y matriz arcillosa. Como minerales accesorios se encontraron micas y calcita. Los clastos se observan subredondeados, bien clasificados y texturalmente submaduros (ver apéndice petrográfico).

No se logró medir el espesor de esta unidad, pero en áreas contiguas Zozaya-Saynes (1973) reporta 1090 m, Parga-Macias (1975) midió en Tomomoxtlá, Pue. 2029 m, Bartolo-Sánchez (1992) reporta 550 m para el área de San José Chachaltzín, Pue., los pozos exploratorios Carolina No. 1 y 2 cortaron 969 m y 359 m respectivamente.

UNIDAD	SERIE	PISO	ESTE ESTUDIO TESIS PROFESIONAL	ESTUDIO GEOLOGICO COXQUIMU	ESTUDIO GEOLOGICO SAN MIGUEL FENIX 1992	PROSPECTO ZACUALIPAH FENIX 1990	PORCION CENTRAL OCIDENTAL DE LA PLATAFORMA VALLES-SLP <sup>1</sup>	CUENCA TAMPICO TUXTLA 90	CUENCA VERACRUZ (CENTRO) 80	
CENOZOICO	CUARTA MANO	NEOGENO	ALUMÓN	ALUMÓN		SEBILLA SERIES	ALUMÓN	ALUMÓN		
		PLEISTOCENO	TODAS	DASALTO TODAS		MIRO				
	TERCIARIO	PLUGENIO					MIRO			
		MIOCENO					MIRO			
		OLIGOCENO					MIRO			
		MIOCENO					MIRO			
		PLEISTOCENO					MIRO			
							MIRO			
							MIRO			
							MIRO			
MESOZOICO	SUPERIOR	CRETACICO	MÉNDEZ	MÉNDEZ		MIRO				
		CRETACICO	SAN FELIPE	SAN FELIPE		MIRO				
	MEDIO	CRETACICO	AGUA NEGRA	AGUA NEGRA		MIRO				
		CRETACICO	TAMALIUPAS SUPERIOR	TAMALIUPAS SUPERIOR		MIRO				
	INFERIOR	CRETACICO	TAMALIUPAS INFERIOR	TAMALIUPAS INFERIOR		MIRO				
		CRETACICO	PRESIDENTA	PRESIDENTA		MIRO				
	SUPERIOR	JURASICO	TANZI	TANZI		MIRO				
		JURASICO	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO		MIRO				
	MEDIO	JURASICO	TENEXCATÉ	TENEXCATÉ		MIRO				
		JURASICO	HUIYACÓCOTLA	HUIYACÓCOTLA		MIRO				
INFERIOR	JURASICO	HUIYACÓCOTLA	HUIYACÓCOTLA		MIRO					
	JURASICO	HUIYACÓCOTLA	HUIYACÓCOTLA		MIRO					
SUPERIOR	TRIASICO	HUIYACÓCOTLA	HUIYACÓCOTLA		MIRO					
	TRIASICO	HUIYACÓCOTLA	HUIYACÓCOTLA		MIRO					
PALEOZOICO										
PRECAMBRICO										

▨ Ausente por erosión  
o no depositado

▨ Contacto inferior  
no observado

= (Carrizo Bravo, 1971)

== (Santiago-A., J., et al., 1968)

TITULO DEL ESTUDIO GEOLOGICO COXQUIMU

<b>UNAM</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>TESIS PROFESIONAL</b>			
<b>VÍCTOR HUGO ARRAGA MARTÍNEZ</b>			
<b>POSICIÓN Y CORRELACIÓN DE UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS</b>			
Mayo 1997		TABLA I	

#### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

En los trabajos de López y Meneses (1967), se reporta cerca del área *Oxynoticeras sp.*, y Flores, L. (1967), reporta *Coroniceras pseudolyra Erben* y *Coroniceras Hyate*, por lo que se le asigna a esta formación una edad Sinemuriense temprano-Pleinsbaquiano temprano.

Cerca del poblado de Zapotitlán, Pue., se encuentra subyaciendo en contacto discordante a la Formación Tenexcate. Hacia el norte del mismo poblado tiene contacto con rocas ígneas y con la Formación Tepéxic, donde el contacto es discordante.

Se correlaciona con el Grupo Tecocoyunca del área de Tezoatlán, Oax., y con las secuencias del Grupo Barranca expuestas en Sonora.

#### **Ambiente de Depósito.**

Sus características litológicas reflejan un ambiente marino asociado al desarrollo de un euacógeno, en el que se depositaron terrígenos provenientes de altos topográficos. Así esta secuencia clástica se acumuló en una cuenca cerrada con circulación restringida y condiciones paludales.

### **FORMACIÓN TENEXCATE.**

#### **Definición.**

Fue informalmente definida como "Conglomerado Tenexcate" en 1967, por el Departamento de Geología del Subsuelo de Poza Rica, Ver. Está constituida por un cuerpo de conglomerados con fragmentos ígneos de color gris verdoso en una matriz tobácea, localizados en el subsuelo.

#### **Distribución.**

Se encuentra distribuida en el área hacia la porción sur-oriental, en una franja amplia orientada de noroeste a sureste en las cercanías de los poblados de Topango, Altica, Cuautotola, Amixtlán, Camocauitla y Zapotitlán, Pue., constituyendo el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez.

#### **Litología y Espesor.**

La Formación Tenexcate está constituida por limolitas color rojizo, areniscas de color gris verdoso a café rojizo, de grano fino a medio. También contiene brechas volcánicas gris verdoso que interperizan a pardo verdoso, constituidas por fragmentos subangulosos de rocas ígneas exclusivas de composición andesítica y nolitica principalmente, en matriz limolítica y arena tobácea.

Se observaron espesores de estratos desde 25 cm hasta 1.5 m en las limolitas y en las areniscas.

Las areniscas corresponden con arcosas (láms. FCW-53, FI-TES-32) y grauvacas líticas (láms. FI-TES-34A), compuestas principalmente por cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos y matriz. Los clastos se observan subangulosos con mala clasificación y textualmente submaduros.

En las limolitas rojas se encontraron minerales en porcentajes menores al 15% de cuarzo, micas, feldespatos, calcita, sencita y óxidos ( láms. JAV-75B, FI-TES-34B, FI-TES-43, FI-TES-45).

Las rocas ígneas extrusivas son tobas de composición riolítica (láms. FI-TES-39, FI-TES-39A, FI-TES-39B), y andesítica (láms. JAV-75A), su matriz es vítrea, contiene también fragmentos líticos, feldespatos y cuarzo, como mineral accesorio se encontró sencita y presentan cloritización.

El espesor de esta formación varía de 28 m (sección Camocuautla) a 378 m en la sección San Marcos (Balam y Canché, 1992).

#### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

Con base en su posición estratigráfica, se le considera de edad Bajociano-Bathoniano puesto que subyace a la Formación Tepéxic del Calloviano y descansa en contacto discordante sobre la Formación Huayacocotla en el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez como se observa en Altica, Cuautotla y Camocuautla, Pue. Esta formación carece de fósiles determinativos. Se correlaciona con la Formación Cahuasas en la región de Huayacocotla, Ver. y con la Formación Nazas del noroeste de México.

#### **Ambiente de Depósito.**

Se depositó en un ambiente continental fluvial de abanicos aluviales y depósitos de diamante con períodos de actividad volcánica (derrames ígneos y depósitos piroclásticos).

El vulcanismo se relaciona con la presencia de un arco magmático (Damón, 1981) de tipo andino que inicia en Nevada y el desierto de Mojave en el Triásico medio, y que posteriormente este arco volcánico migró a lo largo de la Cordillera Sur (en México) durante el Jurásico medio como respuesta a cambios en la interacción entre las placas tectónicas.

## FORMACIÓN TEPÉXIC

### Definición.

El nombre de esta formación fué aplicado inicialmente por Imlay en 1952, después Erben (1956), la describió como "calcarenitas o calizas con tendencia a calcarenita, de color gris mediano a gris oscuro, de estratificación delgada, a menudo contiene abundantes pelecípodos (coquinas locales de *Gryphaea* sp. y *Ostrea* sp.) en la parte basal y areniscas calcáreas de grano medio a grueso, de color gris oscuro a negro". Ahora en la barranca del Río Necaxa entre el campamento Tepéxic y el Puente Acazapa, localidad que se considerará como tipo. Bonet y Camilo (1961), le asignaron categoría de formación.

### Distribución.

Ahora en franjas angostas desde la porción noroeste del área estudiada, cerca del poblado de Xochicuautla, Pue., y se extiende al suroeste pasando en la parte sur de Amixtlán y Zapotitlán, llegando cerca de Nanacatlán, Pue. Ahora también en una franja angosta cerca del poblado de Tepango, Pue.

### Litología y Espesor.

La unidad está constituida por calizas packstone y grainstone color gris oscuro que interperiza a pardo, en estratos cuyo espesor varía entre 25 cm y 1.2 m. La formación incluye calizas arcillosas y calizas arenosas con fragmentos de cuarzo, estratos coquinoideos con pelecípodos en una matriz espática y calcarenitas grises en estratos masivos con litos redondeados.

En las láminas analizadas se encontraron oolitos cementados por esparita, fragmentos de minerales como cuarzo, feldespatos, algunos liticos e intraclastos. Se clasificaron como grainstone de oolitos, oosparita y calcarenita de oolitos (lám. JAV-03).

El espesor de esta formación varía de 60 m en Camocuautla a 175 m en Cuautlotla (Balam y Canché, 1992).

### Edad y Relaciones Estratigráficas.

A esta formación se le ha asignado edad Calloviano con base a su conjunto faunístico; Patiño (1991) reporta *quinqueluculinidos* correspondientes con *Nautiloculina* sp. y *Lituoides* cf. *Balam* y Canché (1992) reporta *Gryphaea* sp.

**Esta formación es discordante con la Formación Huayacocotla a la que sobreyace en la porción sureste del área, cerca de Zapotitlán. Sobreyace también en contacto discordante a la Formación Tenexcate en el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez, hacia el sur del área (cerca de los poblados de Xochicuautla, Altica, Amixtlán, Camocuautla). Hacia la parte norte aflora en franjas angostas donde se observa un contacto nítido con la Formación Santiago a la cual subyace concordantemente, cerca de los poblados mencionados.**

**Esta formación puede correlacionarse con la Formación Minas Viejas de la Cuenca Evaporítica de Monterrey y con la Formación Huehuetepec de la Cuenca Tampico Misantla.**

**Ambiente de Depósito.**

**Se acumuló dentro de una plataforma somera con alta y moderada energía, además de facies costeras. Para el desarrollo de bancos oolíticos se interpreta condiciones de plataforma externa.**

## **FORMACIÓN SANTIAGO**

**Definición.**

**Su nombre fué asignado por Reyes (1964), quien describe a una secuencia de lutitas calcáreas de color gris oscuro con intercalaciones delgadas de calizas arenosas del mismo color. Cantú (1969), le asignó formalmente este nombre describiéndola como: "una secuencia sedimentaria compuesta por limolitas de color café gnsáceo y gris, que gradúan hacia la parte superior a lutitas calcáreas gris oscuro y negras". La localidad tipo de esta formación se encuentra en el arroyo Santiago, cerca de Tamán, S.L.P.**

**Distribución.**

**Se encuentra aflorando en ambos flancos del anticlinorio de Villa Juárez, en una franja orientada de noroeste a sureste, pasando cerca de los poblados de Xochicuautla, Altica, Amixtlán, Camocuautla, Zapotitlán y Nanacatlán.**

#### **Litología y Espesor.**

Esta formación está constituida por lutitas de color negro, carbonosas, de estratificación laminar a veces calcáreas, que varían de estratos delgados a masivos con nódulos pequeños y grandes de caliza arcillosa de color negro, con pirita diseminada. También presenta intercalación aislada de estratos delgados de mudstone color negro, ligeramente carbonoso en capas de 1 a 10 cm de espesor. Contiene también estratos de calizas gris oscuro en espesores de 40 cm a 1.20 m, intercaladas con lutitas carbonosas, se observan tonos de café por intemperismo.

Las láminas analizadas corresponden con mudstone, donde predominó micrita, cuarzo (4%) y feidespato, pelets, micas, oolitos, estos últimos muy escasos ya que no sobrepasan el 1% del total (láms. FI-CW-58, CWN-59).

El espesor de reportado por Balam y Canché (1992) varía entre 85 m (sección Ahuacatlán) y 355 m (sección Xochicuautla).

#### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

Al oriente del área, en la Hoja Cuetzalan se determinaron los géneros *Reineckella*, *Macrocephalites* y *Stephanoceras*, lo que permite asignarle una edad correspondiente al Calloviano Superior-Oxfordiano (Facultad de Ingeniería, 1996).

Tiene contacto concordante con la Formación Tepéxic a la cual sobryace, como se presenta en Xochicuautla, que se extiende hasta Nanacatlán; subyace en forma concordante a la Formación Tamán como se presenta en Altica, Cuautotola, Camocuautla y en las proximidades de Zapotlán y Nanacatlán. La Formación Santiago se correlaciona con la Formación Zuloaga del norte de México.

#### **Ambiente de depósito.**

Se acumuló en un ambiente de plataforma clástica, cercana a una masa continental que aportó abundante material arcilloso

### **FORMACIÓN TAMÁN.**

#### **Definición.**

El nombre de Formación Tamán fué propuesto por Heim (1926), para describir a una secuencia de calizas de grano fino y microcristalinas de color negro, bien estratificadas intercaladas con lutitas negras. La localidad tipo la propone Erben (1956) en los afloramientos cercanos al poblado de Tamán, S.L.P.

### **Distribución.**

Aflora de noroeste a sureste en el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez, pasando al norte de Xochicuautla, Tepatlán, Cuautotola, Camocuautla y Nanacatlán.

### **Litología y Espesor.**

La Formación Tamán consiste en una alternancia de lutitas, ligeramente calcáreas, color negro, ligeramente carbonosas, con caliza arcillosa de color gris oscuro a negro, conteniendo algunos ejemplares de amonitas mal preservadas. Dentro de los paquetes de lutitas se observan restos de conchas de pelecipodos mal conservados. Las calizas arcillosas son gris oscuro y presentan espesores de 40 a 50 cm; las lutitas calcáreas son negras y tienen espesores de 10 a 15 cm, adquieren tonos rojizos por intemperismo.

Las láminas delgadas de esta formación permiten clasificar a la roca como: limolita calcárea (lám. CW-54) que contiene algunos óxidos, fragmentos minerales muy pequeños como feldespatos, micas y cuarzo que no sobrepasan el 5% del total, caliza arcillosa (lám. FI-TES-47) y algunos estratos aislados de mudstone (lám. JAV-35).

El espesor de esta Formación varía de 66 m (sección Cuautotola) a 198 m en la sección Chiconcuautla (Balam y Canché, 1992).

### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

La Formación Tamán tiene contactos transicionales y concordantes: abajo con la Formación Santiago y arriba con la Formación Pimienta.

Se le asigna una edad correspondiente al Kimmeridgiano Inferior - Tithoniano Inferior, con base en la macrofauna identificada: *Idoceras sp.* y *Aspidoceras sp.*, colectados al norte de Tepatlán, Pue. (Facultad de Ingeniería, 1996).

La Formación Tamán se correlaciona con las Formaciones San Andrés, Chipoco y San Pedro de la Cuenca Tampico Misantla.

### **Ambiente de depósito.**

La unidad se acumuló en una plataforma subsidente poco oxigenada, con aporte de terrígenos finos, sin barreras que impidieran el ingreso de amonoides.

## FORMACIÓN PIMIENTA.

### Definición.

Heim (1926), denominó como Formación Pimienta a una secuencia de calizas densas negras en estratos delgados con abundantes horizontes de pedernal negro, la cual consideró como del Jurásico Superior, edad que corrobora Cantú (1969). Se considera como localidad tipo al rancho Pimienta (km 337-338 de la carretera México-Laredo).

### Distribución.

Esta formación aflora en el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez, en una franja orientada de noroeste a sureste, cerca de los poblados de Xochicuautla, Tepatlán, Cuautotola, Camocuaulla y Nanacatlán, Pue. Aflora también al suroeste de Coyay, así como pequeñas en partes en Huaxo y Zitalá, en el sureste del área.

### Litología y Espesor.

Contiene una alternancia uniforme de calizas arcillosas con lutitas de color negro y estratos calcáreos. Dicha alternancia está constituida por capas de mudstone, de color gris oscuro a negro parcialmente recristalizado y lutitas de color gris oscuro a negro, en ocasiones se observan de color café por intemperismo.

Cerca de Tepatlán se colectaron coquinas de ammonitas que estaban contenidas en calizas gris oscuro, en espesores de 10 a 50 cm. En algunas partes se observó caliza gris con espesores de 70 cm a 1.40 m con horizontes intercalados de lutitas con bandas y lentes de pedernal.

Las láminas de esta formación indican la presencia de calizas arcillosas (láms. FI-TES-53, FI-TES-64) con microfósiles en cantidades de 5%, pelets 2%, wackestone de fósiles (láms. FI-CWN-54, FI-TES-67) con microfósiles en cantidades de 12%, feldespatos 2%, intraclastos 3% ; y algunas muestras de mudstone (lam. FCW-71).

El espesor de esta formación varía de 65 m (sección San Isidro) a 292 m en la sección Tiapacoya (Balam y Canché, 1992).

### Edad y Relaciones Estratigráficas.

Se colectaron ejemplares de *Inoceramus bassel* de edad Tithoniano medio y equinodermos del género *Holaster* sp., que representan un lapso del Berriasiano-Valangiano. Con base en los fósiles determinados se le asigna una edad que comprende desde el Tithoniano temprano al Valanginiano temprano (Facultad de Ingeniería, 1996).

Cerca de los poblados de Xochicuautla, Tepatlán y Cuautotola sobreyace y subyace concordantemente a las Formaciones Tamán y Tamaulipas Inferior respectivamente.

La Formación Pimienta se correlaciona con la Formación La Caja y La Casita del norte de México.

#### **Ambiente de depósito.**

Se interpreta con base en su litología que se depositó en condiciones de plataforma de comunicación con mar abierto y aporte de terrígenos finos. Hacia la cima condiciones batimétricas someras y de baja energía, como lo indica la presencia de equinodermos y pelecípodos.

### **FORMACIÓN TAMAULIPAS INFERIOR**

#### **Definición.**

Stephenson (1921), dió el nombre de Formación Tamaulipas, agrupando en ella a la Formación Tamaulipas Inferior, Horizonte Otates y Formación Tamaulipas Superior. Muir (1936) describe como Formación Tamaulipas Inferior, a una secuencia de calizas densas de grano fino, ligeramente cretosas de color crema amarillento, en estratos ondulados con espesores de 20 a 25 cm y algunos con más de 50 cm; contiene nódulos esteroideos y elongados de pedernal amarillo. La localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borrega de la Sierra de Tamaulipas, en la cual está expuesto un espesor de 400 m.

#### **Distribución.**

Esta formación se encuentra ampliamente distribuida en el área de estudio en una franja orientada noroeste-sureste que viene desde Cerro Alto, en la parte oeste de La Punta y se extiende al sureste hasta llegar al norte de Nanacatlán, en el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez.

#### **Litología y Espesor.**

Está constituida por una secuencia de calizas de color gris claro al fresco y tonos amarillos por interpenso. Incluye mudstone en espesores de 10 cm a 1.40 m, con algunos horizontes de bentonita hacia la base; se observaron también nódulos de óxido de hierro, bandas y lentes de pedernal negro así como algunas estilolitas. Al realizar el análisis de láminas delgadas se clasificaron wackestone fosilífero (jám. FI-TES-49) y wackestone de pelets (FCW-18). En ambas láminas encontramos microfósiles, pelets y Micrita.

El espesor mínimo reportado es de 97 m, cortado en el Pozo Ayototxco No. 1, mientras el máximo es de 215 m en el Pozo Tecuantepec No. 1 (estos pozos están ubicados al oriente, en la Hoja Cuetzalan F14-D85).

#### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

Esta unidad tiene un contacto concordante inferior con la Formación Pimienta, como se observa en el Cerro Alto y en Nanacatlán, Pue. El contacto superior concordante es con la Formación Tamaulipas Superior (en el área no se tiene el Horizonte Otates), dicho contacto se observa al oeste de La Punta, pasando por Jojupango, Coyay, cerca de Coatepec y Hueytlalpan.

Entre la microfaua determinada en la Hoja Cuetzalan se encuentran los géneros *Nanocónido*, *Tintínido* y *Calpionóido*, con base en los cuales se le asigna una edad correspondiente al Valanginiano tardío - Aptiano (Facultad de Ingeniería, 1996).

La Formación Tamaulipas Inferior se correlaciona con las formaciones Cupido del Golfo de Sabinas, Taraises del noreste de México y con la Formación Paso de Buques de la Cuenca Salina del Istmo.

#### **Ambiente de Depósito.**

Se depositó en un ambiente marino profundo, de cuenca, prevaleciendo al inicio aporte de terrígenos e influencia volcánica.

### **FORMACIÓN TAMAULIPAS SUPERIOR**

#### **Definición.**

Muir (1936), definió como Formación Tamaulipas Superior a una secuencia de calizas ligeramente arcillosas, de color gris crema a blanco, con bandas y nódulos de pedernal negro, en capas de 5 a 30 cm de espesor. La localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borega en la Sierra de Tamaulipas.

#### **Distribución.**

Se encuentra ampliamente distribuida en el área de estudio en una franja orientada noroeste - sureste que viene desde Cerro Alto, hasta Zitlala, paralelamente a la Formación Tamaulipas Inferior. Se extiende hacia la parte noreste pasando cerca de los poblados de Bibiano Hernández, Ointla, Chipahuatlán e Ignacio Ramírez.

#### **Litología y Espesor.**

Está constituida por una secuencia de calizas de color gris claro y crema al fresco con tonos pardos al intemperismo. Incluye mudstone en espesores de 4 cm a 2 m, con nódulos de pirita y de pedernal gris, estiolitas, rellenos de gilsonita y bandas de pedernal negro.

El espesor mínimo reportado para esta formación proviene del Pozo Tenampulco No. 1 con 143 m, y el máximo en el pozo Tecuantepec No. 1 con 355 m. Estos pozos están ubicados al oriente, en la Hoja Cuetzalan (F14-D89).

Al realizar el análisis de láminas delgadas clasificamos calizas arcillosas (lám. CW-31A), mudstone (lám. CW-31B), wackestone de fósiles (lám. FI-TES-59) y wackestone de intraclastos (lám. FI-TES-55) que presenta contenido variable de microfósiles, pellets, intraclastos y Micrita.

#### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

Su contacto inferior es concordante con rocas de la Formación Tamaulipas Inferior y su contacto superior también es concordante con las rocas de la Formación Agua Nueva.

Se determinaron los microfósiles: *Globogerinelloides* sp., *Hedbergella* sp., *Calciferulido*, *Preeglobotruncana*, etc., que nos indican una edad Albano - Cenomaniano (Facultad de Ingeniería, 1996).

Esta formación se correlaciona con las formaciones El Abra y Tamabra de la región de Tampico - Misantla.

#### **Ambiente de Depósito.**

Se depositó en cuenca relativamente profunda de baja energía, con ligero aporte de material terrígeno.

### **FORMACIÓN AGUA NUEVA**

#### **Definición.**

El nombre de Formación Agua Nueva fue mencionado inicialmente por Stephenson (1921), para referirse a una secuencia calcáreo-arcillosa que aflora en el Cañón de la Borrega, en el flanco oeste de la Sierra de Tamaulipas. Posteriormente Muir (1936), le asignó el rango de formación, y la dividió en dos miembros, un miembro inferior que consiste en capas de estratificación media a gruesa (70 cm), de calizas arcillosas y lutitas, con laminaciones de lutita negra, con una parte media más arcillosa; las lutitas contienen impresiones de *Inoceramus labiatus*.

El miembro superior consiste en calizas de estratificación media y delgada. El espesor medido en la sección tipo es de 127 m.

#### **Distribución.**

Esta formación aflora en un amplio sector en la parte Este de la zona de estudio, pasando cerca de los poblados de La Punta, Jojupango, Coyay, Ignacio Ramírez, Ointla, Bibiano Hernández, Coatepec, Hueytlalpan, y Chihauhualán.

#### **Litología y Espesor.**

Consiste principalmente de wackestone gris claro en estratos de 20 a 70 cm de espesor con tonos pardos por intemperismo; contiene bandas de pedernal negro, presenta intercalaciones de lutita gris verdoso. También se observaron calizas interestratificadas con calizas arcillosas de 15 a 25 cm de espesor intercaladas con lutitas negras; bandas de pedernal negro de 4 a 5 cm y nódulos de fierro. Al realizar el análisis en láminas clasificamos como mudstone (lám. FCVV-60) y wackestone de fósiles (lám. F1-TES-00). En ambas laminas se encontraron micrita, pellets y fósiles.

El espesor mínimo reportado en el subsuelo para esta formación es de 148 m en el Pozo Ayototxo No. 1, y el máximo es de 222 m en el Pozo Manigua No. 1. Estos pozos se encuentran ubicados en la Hoja Cuetzalan (F14-D85)

#### **Edad y Relaciones estratigráficas.**

Sobreyace de manera concordante a la Formación Tamaulipas Superior como se observa en los poblados de La Punta, Jojupango, Ointla y Bibiano Hernández; subyace de manera concordante y transicional a la Formación San Felipe, relación que se observa en Jojupango, Bienvenido, Cuauhtepac, Ignacio Ramírez, Coyay y Coatepec.

Con base en el contenido de microfósiles determinados: *Whiteinella* sp., *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Dicarinella* sp., *Heterohelix* sp., etc., se le asigna una edad del Turoniano (Facultad de Ingeniería, 1996).

La Formación Agua Nueva se correlaciona con las Formaciones Cuautla de la Cuenca Morelos - Guerrero, Matlatla de la Cuenca de Veracruz y Tamasopo de la Plataforma Valles - San Luis Potosí.

#### **Ambiente de depósito.**

Esta unidad se depositó en ambiente de mar abierto con profundidad moderada y con poca oxigenación, así como con ligero aporte de terrígenos finos.

## FORMACIÓN SAN FELIPE

### Definición.

Jeffreys (1910), define a la Formación San Felipe como una alternancia de calizas y lutitas de color gris verdoso, de estratificación delgada con pequeñas capas de bentonita verde, correspondientes al Coniaciano-Santoniano Inferior. La localidad tipo se ubica al occidente del poblado de San Felipe en el estado de S.L.P.

### Distribución.

Esta formación aflora en los flancos del Sincinal Ataca, al norte del área, en el poblado de La Punta, en una franja que se extiende al noreste. También más al sur, en las poblaciones de Bienvenido, Cuauhtepac, hasta cerca de Jojutpan en una franja orientada noreste-suroeste.

Tenemos además pequeños afloramientos en otros sitios, como cerca de Coyay, otro en Ignacio Ramírez, y en Coatepec.

### Litología y Espesor.

Consiste de una alternancia de wackestone gris verdoso que intertempera a partió, en estratos de 10 a 40 cm de espesor, con intercalaciones de lutitas bentónicas gris verdoso, así como capas laminares de bentonitas verde de 5 a 10 cm de espesor.

Las láminas azuladas corresponden a wackestone fosilífero (láms. FCW-65, FI-NV-21); se encontraron microfósiles *Globigerinidos* y *Globotruncanas*, además de pellets, oolitos y micrita.

Zozaya-Saynes (1973) midió un espesor superficial promedio de 90 m en el área. En el subsuelo se reporta para el área un espesor máximo de 200 m en el Pozo Gachupinato No. 1 y un espesor mínimo de 22 m en el Pozo Tepianpulco No. 1. Estos pozos se encuentran en la Hoja Cuetzalan (F14-D85).

### Edad y Relaciones Estratigráficas.

Sobreyace a la Formación Agua Nueva de manera concordante y transicional. Subyace de igual forma a la Formación Méndez.

Se le asigna una edad Coniaciano Tardío-Campaniano Temprano con base en su contenido de microfósiles. Se identificaron ejemplares de: *Marginotruncana undulata*, *Heterohelix globulosa*, *Globotruncana sp.*, *Rugoglobigerina sp.* (Facultad de Ingeniería, 1996).

La Formación San Felipe se correlaciona con la parte media de la Formación Mexcala de la Cuenca Morelos - Guerrero, así como con la parte superior de la Formación Guzmanilla de la Cuenca de Veracruz.

#### **Ambiente de depósito.**

Esta Formación se depositó en un ambiente de plataforma externa con poca circulación. Por su carácter bentónico, se infiere que durante su depósito existió intensa actividad volcánica, con depósito de lobas finas.

### **FORMACIÓN MÉNDEZ**

#### **Definición.**

Fue propuesta inicialmente por Jeffreys (1910), como Formación Méndez, pero es De Golyer (1916) quien la define formalmente como una secuencia de margas grises y azules estratificadas en capas de distinto espesor, que van desde unos centímetros hasta uno o más metros, observando un fracturamiento concoidal muy particular. Hacia la cima de la unidad se observa un tono rosado, por lo que se le ha denominado "Méndez Rojo"; este miembro presenta algunas intercalaciones de margas grises y en ocasiones pueden verse capas de areniscas en la parte superior de la formación, cercano a las formaciones Velasco o Chicotepec.

Su localidad tipo se ubica al oriente de la Estación Méndez, en el kilómetro 629 del ferrocarril San Luis Potosí-Tampico.

#### **Distribución.**

Se encuentra aflorando en el núcleo del Sinclinal África, en un afloramiento pequeño cercano al poblado de El Pactec, y en una franja que se encuentra al norte del poblado La punta y se extiende fuera del área de estudio.

#### **Litología y Espesor.**

Esta constituida por margas gris y calizas arcillosas gris ventoso en capas de 20 a 30 cm de espesor, hacia la cima presenta margas café rojizo en estratos de 10 a 50 cm, presenta tonos pardos al intemperismo.

En el análisis de láminas se encontraron calizas arcillosas y algunos estratos dispersos de wackestone y packstone fosilífero (láms. FI-TES-07, FI-NV-20) con cantidades de fósiles de 75 a 85%, mica en 15 a 20% y cuarzo en 1%. Dentro de los microfósiles observados destacan *Foraminíferos* y *Globotruncanas*.

Zozaya-Saynes (1973) reporta un espesor promedio de 90 m en el área.

#### **Edad y Relaciones Estratigráficas.**

Sobreyace a la Formación San Felipe de manera concordante transicional, siendo ésta formación la más joven que aflora en la zona de estudio. Se identificó abundante fauna planctónica: *Globotruncana elevata*, *Heterohelix globulosa*, *Rugoglobigerina sp.*, la cual nos permite asignarle una edad del Campaniano medio - Maastrichtiano medio (Facultad de Ingeniería, 1996).

La Formación Méndez se correlaciona con la parte superior de la Formación Mexcala de la Cuenca Guerrero - Morelos, con las Formaciones Atoyac de la Cuenca de Veracruz y Cárdenas de la Plataforma Valfes - San Luis Potosí.

#### **Ambiente de depósito.**

Se depositó en un ambiente de plataforma externa con poca circulación y con gran aporte de terrígenos finos, correspondientes a depósitos distales

#### **ROCAS ÍGNEAS.**

En algunos lugares dispersos afloran rocas ígneas extrusivas.

En un sitio muy cercano al poblado de La Punta, al noroeste del área de estudio se encontró un afloramiento de basaltos color negro, no cartografiable, de textura fanerítica con cristales pequeños de olivino. Se clasificó como basalto de olivino, presentan una estructura columnar y en lámina delgada se observa una matriz vítrea y cristales de olivino y labradorita (fám. CW-5C).

Al sureste del área, afloran en la parte norte del poblado de Zapotitlán y en el noreste de Nanacatlán, tobas grises con fragmentos de cristales de plagioclasas en una matriz vítrea. Se clasificaron como tobas de composición andesítica, sus fragmentos son del tamaño de ceniza volcánica.

La edad de estas rocas corresponde al Plio Cuaternario, son las rocas más jóvenes del área, asociadas al Eje Volcánico Transmexicano.

---

**CAPÍTULO IV. GEOLOGÍA**  
**ESTRUCTURAL**

---

## Geología Estructural.

El área de estudio está comprendida en el Dominio Estructural denominado Faja de Pliegues y Cabalgaduras (Sierra Madre Oriental), en la provincia geológica Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas (Ortega-Gutiérrez, et al., 1992), en el que se tienen estratos plegados simétrica y asimétricamente, dando como resultado pliegues con diferente geometría entre los que se tienen horizontales y recostados. Las líneas de charnela de los pliegues presentan orientación general noroeste-sureste, los pliegues mayores son en general asimétricos con planos axiales inclinados al suroeste.

Gran parte del área corresponde al flanco oriental del Anticlinorio de Villa Juárez, megaestructura regional cuya asimetría estructural fue reconocida por López - Rubio (1967) y describe como Anticlinal de Villa Juárez por Olivella - Ledezma (1986).

En el área se cartografió el flanco oriental del Anticlinorio de Villa Juárez, el Anticlinal Bienvenido y el Sinclinal Africa, que se caracterizan por ser asimétricos, recostados hacia el noroeste. Su orientación general varía de NW 30° SE hasta NW 42° SE. También se tiene dos fallas laterales izquierdas: la primera (Nepopualco) con una orientación general de NE 70° SW, la segunda (San Pedro) con una orientación general NE 44° SW. Además de una falla lateral derecha (San Mateo) con una orientación NE 42° SW.

La orientación general de los planos de estratificación es noroeste-sureste.

Las distintas estructuras, se ilustran en la carta geológica anexa, mediante su traza en planta y por medio de una sección geológica (anexo 1).

### DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

**1) Anticlinorio de Villa Juárez.** Es la estructura de mayores dimensiones en el área, la cual fue descrita por López-Rubio (1967), con el nombre de Anticlinorio de la Sierra Madre Oriental; posteriormente es denominado Anticlinal de Villa Juárez por Gutiérrez (1984), quien lo describe "como un anticlinorio, de aproximadamente 60 km de longitud por 10 km de ancho, con un cierre de 1500 m, abierto en la Formación Tenexcate". Con más detalle, Olivella-Ledezma (1986), describe esta estructura con el nombre de anticlinal de Villa Juárez. Dadas sus dimensiones y pliegues asociados, en este trabajo se describe como anticlinorio de Villa Juárez.

En el área aflora parte del flanco oriental, el cual se localiza en la parte suroeste pasando por los poblados de Tlayehualcingo y Tepango.

Su expresión topográfica está representada por una sierra alargada que contiene a los cerros Yaxpun, Payaputi y Axtiziu cuya altura máxima alcanza los 1660 m.

Tiene una longitud de aproximadamente 8.5 km con un ancho de 10 km en promedio dentro del área de estudio extendiéndose hacia el noroeste y sureste. Esta es la parte media del anticlinorio que se encuentra ligeramente flexionada y desplazada 1.5 km por una falla lateral izquierda cerca del poblado Los Llanos, y otra cerca del Río San Mateo, la cual desplaza el anticlinorio una distancia de 850 m. Por el análisis del conjunto de pliegues menores que lo conforman es un pliegue asimétrico con una orientación preferencial de NW 40° SE. Las rocas que afloran en la zona de chamela corresponden con la Formación Tenexcate, en sus flancos afloran las formaciones Tepéxic, Santiago, Tamán y Pimienta. Ver la sección geológica (Anexo 1).

**2) Sinclinal Africa.** Es una estructura localizada al oriente del anticlinorio de Villa Juárez, sus dimensiones son de 15.2 km de longitud y 2.5 km de amplitud. Su chamela pasa cerca de los poblados El Pachoc y Coyay, se ubica al Oeste del poblado de Africa, por lo que se le da ese nombre; su expresión topográfica está representada por un cordón serrano formado por algunos cerros como el Calpuhuan y cañadas por donde pasan ríos como el Ajajalpan y San Pedro, su altura máxima la alcanza en el poblado de Coyay con 1000 m.

En la zona de estudio tiene una longitud de 12.6 km y una amplitud de 2.5 km aunque se extiende hacia el noroeste. El sinclinal es un pliegue asimétrico con una orientación de NW 30° SE. Su parte sur se encuentra ligeramente flexionada y desplazada 450 m por una falla lateral izquierda cerca del poblado de Coyay.

Las rocas que afloran en la zona de chamela son de la Formación Méndez, San Felipe, Agua Nueva, Tamaulipas Superior y Tamaulipas Inferior, ya que es un pliegue buzante. Ver la sección geológica (Anexo 1)

**3) Anticlinal Bienvenido.** Es una estructura localizada al oriente del Sinclinal de Africa, al noreste del área de estudio. Sus dimensiones son de 10.5 km de longitud por 2.5 km de amplitud. Pasa cerca de los poblados de Bienvenido e Ignacio Ramirez. Su expresión topográfica está representada por una sierra alargada que contiene a los cerros Pumactun y Axiain, cuya altura máxima alcanza los 800 m. en Bienvenido.

Sus dimensiones en el área de estudio son de 4.3 km de longitud y una amplitud de 2.5 km aunque se extiende hacia la parte noroeste. El anticlinal es asimétrico recostado con una orientación de NW 42° SE.

Las rocas que afloran en la zona de chamela son de la Formación Agua Nueva y San Felipe.

Ver la tabla 2 de Pliegues Mayores.

Ver la sección geológica (Anexo 1).

**TABLA 2. PLEGUES MAYORES**

ESTRUCTURA	FORMACIÓN	DIMENSIÓN	FLANCO PROMEDIO	PLASO ANTAL/CHARNELA	ORIENTACIÓN	SIMETRÍA	CLASIFICACIÓN
SINCLINAL AFRICA	MENDEZ SAN FELIPE ARUÁ SUCUA TAMPS. SUP. TAMPS. ISE	LONGITUD DE 12.6 KM Y AMPLITUD DE 2.5 KM	N40°W 10°SE S27°L 17°SW	S30°L 62°SW 05°S 80°E	N40°W SE	ASIMÉTRICO	SUAVE
ANTICLINAL BIENVENIDO	AGUA SUCUA SAN FELIPE	LONGITUD DE 4.3 KM Y AMPLITUD DE 2.5 KM	S42°L 36°SW S42°W 25°SE	N13°W 49°NE 04°S 83°SW	N12°W SE	ASIMÉTRICO	ABIERTO
ANTICLINAL RIO DE VILLA JUÁREZ	TEPECATEL TEPENIC SANTIAGO TAMAS PAMIENTA	LONGITUD DE 8.5 KM Y AMPLITUD DE 11.5 KM	S15°W 16°SE S40°W 22°SE	S10°L 57°SE 75°S 81°E	N40°W SE	ASIMÉTRICO	ABIERTO

**4) Plegues Menores.** El flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez está caracterizado por plegues menores con chameles suavemente inclinadas hacia el noroeste, los rumbos de estos plegues menores son similares a la tendencia principal de los plegues mayores. Se reconocen dos grupos de plegues menores: A) un conjunto de plegues angulares y cerrados con ángulos interflancos entre 39° y 63°. Y B) plegues angulares abiertos (con ángulos interflancos entre 80° y 118°) y algunos suaves (con ángulos comprendidos entre 121° y 131°) cuyos planos axiales son subverticales.

En su mayoría, estos plegues menores se clasificaron de la siguiente manera: Por su ángulo interflanco son plegues abiertos; por la geometría de sus crestas y valles son plegues angulares; por la orientación de su eje y plano axial en general se observaron plegues horizontales normales pero en algunos sitios del caminamiento Cerro Pacuxin-Coyay se observaron plegues horizontales recostados.

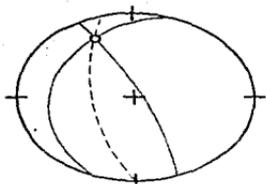
Ver la tabla 3 de Plegues Menores.

Los planos axiales tienen una orientación promedio de N35°W 74° pero en algunos puntos del caminamiento Cerro Pacuxin-Coyay presentan una orientación promedio de S29°E 68° (Ver la figura 4 de Estereogramas).

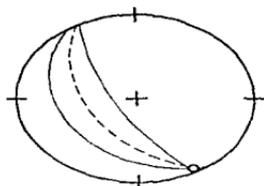
La línea de charnela tiene una orientación general de 16° N35°W excepto en algunos puntos del caminamiento Cerro Pacuxin-Coyay, la orientación promedio fue de 07° S29°E (ver figura 4).

TABLA 3. PLEGUES MENORES.

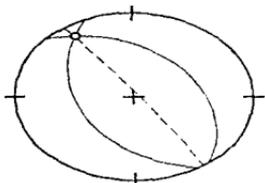
PUNTO DE VERIFICACIÓN	FORMACIÓN	COORDENADAS (COORD. UTM)	FLANCOS	PLANO AXIAL	CHARNELA	AMPLITUD	CLASIFICACIÓN
JAV-36	Pumacuta	6 22 034 E 22 23 774 N	S49°E, 09°SW N66°W, 41°NE	N46°W, 72°NE	03°N, 86°W	Anticlinal 130°	(Horz. inclinado) Suave
FCW-28	Tarmaulipas Inferior-Pumacuta	6 27 600 E 22 20 796 N	S49°E, 51°SW N46°W, 35°NE	N06°W, 82°NE	09°N, 08°W	Anticlinal 95°	(Horz. normal) Abierto
FCW-29	Tarmaulipas Inferior	6 27 604 E 22 21 238 N	S18°W, 23°NW N30°W, 84°NE	N34°W, 74°NE	32°N, 84°W	Anticlinal 80°	(Hazante inclinado) Abierto
			N30°W, 84°NE S12°E, 34°SW	N32°W, 64°NE	34°N, 82°W	Sinclinal 63°	(Hazante inclinado) Cerrado
			S12°E, 34°SW N24°W, 49°NE	N20°W, 82°NE	15°N, 82°W	Anticlinal 47°	(Hazante normal) Abierto
FCW-32	Tarmaulipas Inferior	6 28 002 E 22 21 864 N	S49°E, 44°SW N39°W, 36°NE	S44°E, 36°SW	07°N, 844°E	Anticlinal 100°	(Horz. normal) Abierto
			N39°W, 36°NE S32°E, 25°SW	N36°W, 84°NE	05°N, 846°W	Sinclinal 118°	(Horz. normal) Abierto
FCW-33	Tarmaulipas Superior	6 28 560 E 22 21 951 N	S32°E, 51°NE S15°E, 34°SW	N28°W, 81°NE	19°N, 828°W	Sinclinal 94°	(Hazante normal) Abierto
			S15°E, 34°SW S12°W, 28°NE	N28°W, 82°NE	16°N, 828°W	Anticlinal 118°	(Hazante normal) Abierto
FCW-40	Salt Lichpis	6 28 060 E 22 25 278 N	S46°W, 44°NE S27°E, 35°SW	N39°W, 85°NE	15°N, 839°W	Anticlinal 102°	(Hazante normal) Abierto
FCW-68	Tarmaulipas Superior	6 29 437 E 22 20 721 N	S23°E, 64°SW S18°E, 73°SW	S43°W, 85°NW	87°N, 841°W	Anticlinal 45°	(Vertical) Cerrado
TES-59	Tarmaulipas Inferior	6 28 387 E 22 22 765 N	S25°W, 79°NE S19°E, 66°SW	S25°E, 56°SW	05°N, 825°E	Sinclinal 98°	(Reclinado) Abierto
TES-61	Pumacuta	6 27 050 E 22 19 580 N	S10°W, 56°NE S02°E, 37°SW	S06°W, 80°NE	20°N, 808°W	Anticlinal 88°	(Hazante normal) Abierta
TES-66	Tarmaulipas Superior	6 28 950 E 22 19 650 N	S30°E, 75°SW S16°E, 36°SW	S29°E, 55°SW	11°N, 829°E	Anticlinal 39°	(Reclinado) Cerrado
TES-68	Pumacuta	6 28 520 E 22 20 050 N	S34°W, 83°NE S14°E, 17°SW	S14°E, 56°SW	09°N, 834°E	Anticlinal 81°	(Horz. inclinado) Abierto
			N38°W, 75°NE S16°E, 23°SW	N46°W, 62°NE	17°N, 846°W	Anticlinal 84°	(Reclinado) Abierto
			N42°W, 49°NE S32°E, 30°SW	N39°W, 82°NE	08°N, 839°W	Anticlinal 102°	(Horz. normal) Abierto
TES-69	Tarmaulipas Inferior	6 28 750 E 22 20 050 N	S42°W, 65°NE S46°E, 04°SW	N42°W, 60°NE	03°N, 842°W	Anticlinal 111°	(Horz. inclinado) Abierto
TES-71	Tarmaulipas Inferior	6 28 960 E 22 20 350 N	S64°W, 16°NW S17°E, 46°SW	N37°W, 28°NE	27°N, 837°W	Anticlinal 131°	(Reclinado) Suave
TES-72	Pumacuta	6 28 750 E 22 20 550 N	S12°W, 34°NE S18°E, 28°SW	S14°E, 88°SW	02°N, 814°E	Anticlinal 119°	(Horz. normal) Abierto
			N45°W, 48°NE S26°E, 50°SW	N37°W, 89°NE	18°N, 837°W	Anticlinal 82°	(Hazante normal) Abierta



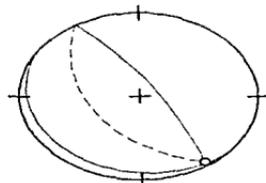
FCW-29-1  
FM. TAMAULIPAS INFERIOR



TES-66  
FM. TAMAULIPAS SUPERIOR

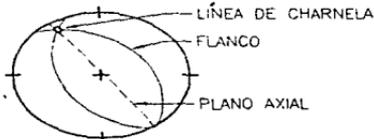


TES-72-2  
FM. PIMIENTA



TES-68-1  
FM. PIMIENTA

SIMBOLOGIA



<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
<b>VÍCTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ</b>	
<b>ESTEREOGRAMAS</b>	
Mayo 1997	FIG. 4

**5)Falla Nepopualco.** Esta falla pasa por el Río Nepopualco, de donde toma su nombre. Aflora en la parte suroeste del área cortando al anticlinorio de Villa Juárez, muy cerca del poblado de Los Llanos.

Su expresión topográfica está expresada por una lineación que corre casi paralelamente al Río Nepopualco, el cual en sus laderas se presentan elevaciones entre 1100 a 1300 m. Es una falla lateral izquierda, y tiene un desplazamiento lateral de 1.4 km.; presenta una orientación preferencial de NE 70° SW y un rumbo promedio de NE 30° SW. Su desplazamiento es de 4.7 km aproximadamente, afectando a las rocas de la Formación Tenexcate. Se caracteriza por presentar una brecha de falla que consiste de fragmentos de caliza negra recristalizada, fragmentos de limolitas y tobas andesíticas cuyos tamaños varían desde gravas hasta guijarros, todo este material se encuentra cizallado y desordenado.

**6)Falla San Pedro.** Esta falla pasa por el Río San Pedro, de donde toma su nombre. Aflora en la parte sureste del área, cortando al sinclinal Africa en su parte sur.

Su expresión topográfica está representada con un segmento del Río San Pedro, en el cual las laderas son subverticales. Es una falla lateral izquierda y tiene un desplazamiento lateral de 550 m.; su orientación general es de NE 44° SW, con un echado vertical.

La falla tiene una longitud de 2.9 km y yuxtapone a las formaciones Tamaulipas Superior y Tamaulipas Inferior.

**7)Falla San Mateo.** Esta falla pasa cerca del Río San Mateo, de donde toma su nombre. Aflora en la parte Este del área, cortando el anticlinorio de Villa Juárez.

Su expresión topográfica corresponde con una alineación de segmentos rectilíneos de corrientes fluviales. Es una falla lateral derecha y tiene un desplazamiento lateral de 850 m.; su orientación general es de NE 42° SW, y su echado es vertical.

La falla tiene una longitud vertical de 8 km, aunque en el área de estudio únicamente tiene 4 km. Disloca a la Formación Tenexcate.

---

## CAPÍTULO V. GEOLOGÍA HISTÓRICA

---

En el área de estudio el basamento no aflora, pero se sabe que está constituido por rocas metamórficas de edad Paleozoico tardío, con base en pozos perforados por PEMEX en áreas cercanas.

En el núcleo de los anticlinorios de la Sierra Madre Oriental se han observado rocas metamórficas del Precámbrico y sedimentos correspondientes al Silúrico, Devónico, Pensilvaniano y Permiano. Las rocas paleozoicas en ocasiones sobrepasan los 4000 m de espesor y están fuertemente deformadas y afectadas por fallamiento inverso e intrusiones ígneas que son el resultado de la Orogenia Apalachiana-Marathon-Ouachita del sureste de Estados Unidos, ocurrida a finales del Paleozoico como consecuencia del choque entre Laurasia y Gondwana para constituir la Pangea. Durante el Triásico tardío la región permaneció emergida, prevaleciendo un ambiente continental, el cual favoreció el depósito de sedimentos arcillo-arenosos rojos de la Formación Huizachal (Martell, 1982). Estas rocas afloran en los flancos del Anticlinorio de Huayacocotla y constituyen el núcleo del Anticlinorio de Villa Juárez, fuera del área de estudio.

**Jurásico.** Para el Liásico, una invasión marina que provino del Océano Pacífico dio lugar a la cuenca de Huayacocotla, en la que se depositó una potente secuencia de sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Huayacocotla.

La teoría de Schmidt-Effing (1980) nos sugiere la presencia de un aulacógeno en el área de Huayacocotla durante el Jurásico inferior, es decir, una depresión tectónica asociada al inicio de expansión del Atlántico que fue invadida por los mares; la constante actividad en esta fosa ocasionó cambios drásticos en la batimetría, lo que provocó que en ciertas zonas se depositaran secuencias pelágicas asentadas en corteza continental sin que se lograra consumir un proceso de oceanificación.

Al finalizar el Jurásico inferior (Liásico tardío) la zona ocupada por la cuenca de Huayacocotla es levantada y fuertemente plegada por fenómenos tectónicos, los cuales la hicieron emerger, quedando toda el área expuesta durante el Jurásico medio (Martell, 1982).

En el Jurásico medio ocurrieron los depósitos de ambiente continental de la Formación Tenexcate, sobre una superficie erosionada, con periodos de actividad volcánica, erosión y transporte dando como resultado depósitos de diamante y abanicos aluviales. Estos sedimentos continentales procedían de un área próxima (sur y sureste de Cuetzalan), en donde se denudaban rocas volcánicas de la misma Formación Tenexcate (Facultad de Ingeniería, 1996).

El vulcanismo de la Formación Tenexcate se relaciona con la migración de un arco magmático (Damón et. al., 1981) de tipo andino que se estableció en Nevada y el Desierto de Mojave en el Triásico medio, para el Jurásico medio este arco volcánico se extendió a la largo de la Cordillera Sur (en México). Estos arcos magmáticos migraron como respuesta a cambios en la interacción entre las placas tectónicas.

En el Calloviano tuvo lugar una gran transgresión marina, donde las condiciones pasaron de plataforma terrígena volcanoclástica a plataforma carbonatada primero con influencia terrígena, graduando a francamente carbonatada dándose el depósito de los sedimentos calcareníticos de la Formación Tepéxic. Dicha plataforma refleja condiciones que van desde intermareal, plataforma interna hasta plataforma externa (Balam y Canché, 1992).

Del Calloviano medio al Oxfordiano se tiene una fase transgresiva de mayor magnitud, iniciándose la influencia de un medio reductor y ambientes neríticos de baja energía, en donde se depositaron los sedimentos arcillo-carbonosos y calcáreo-arcillosos de la Formación Santiago (Balam y Canché, 1992). Durante el Kimmeridgiano tenemos una plataforma subsidente poco oxigenada que se profundizó poco a poco como resultado de la transgresión generalizada en el norte y noreste de México, que se ha relacionado con la apertura occidental debido a la disgregación de la Pangea, entonces ocurrió el depósito de una alternancia de sedimentos arcillo calcáreos y lutitas, correspondientes a la Formación Tamán (Balam y Canché, 1992)

En el Tithoniano existió un mayor aporte de sedimentos arcillosos y calcáreo-arcillosos (Formación Pimienta) acumulados en un ambiente de plataforma, la cual tenía comunicación con mar abierto.

**Cretácico.** Al iniciarse el Cretácico continúa la transgresión marina, el aporte de material arcilloso en el área finalizó en el Berriasiano; de tal forma que la sedimentación que originó la Formación Tamaulipas Inferior fue únicamente calcárea, en un ambiente de cuenca con influencia volcánica.

Al término del Cretácico inferior tenemos condiciones de gran estabilidad tectónica para el Albiano-Cenomaniano cuando se depositan los sedimentos de la Formación Tamaulipas Superior en un ambiente de cuenca con muy poco aporte de terrígenos y baja energía.

Hacia el Cretácico tardío hubo un cambio brusco por los ambientes de depósito, provocado por el incremento de material terrígeno, ocasionado esto, por el levantamiento sufrido en la parte suroccidental de la Placa Americana, por efecto de la subducción de la Placa Farallón (Olivella-Ledezma, 1986). Durante el Turoniano, el ámbito marino de la región recibió aporte de material clástico proveniente de los terrenos volcánicos situados al occidente y la Formación Agua Nueva se depositó en un ambiente de mar abierto (Facultad de Ingeniería, 1996)

El carácter de la secuencia depositada en el Coniaciano y Santoniano, pertenecientes a la Formación San Felipe, indica una mayor influencia volcánica, ya que contiene abundantes horizontes de bentonita; por lo que se infiere que la sedimentación ocurrió en condiciones de aguas tranquilas en un ambiente poco oxigenado de plataforma externa.

Posteriormente se interpreta un continuo levantamiento regional con abundante aporte de clastos de origen volcánico, procedentes del occidente, de tal manera, que el relieve submano se fué azolvando. De esta forma se generalizó un ambiente con sedimentación turbidítica; con facies proximales al occidente y facies distales dentro del área, condiciones que se inferen a partir de la secuencia calcáreo-arcillosa de la Formación Méndez, la cual se depositó en un ambiente de plataforma externa entre los períodos Campaniano Medio - Maastrichtiano (Facultad de Ingeniería, 1996).

**Terciario.** A finales del Cretácico y hasta el Eoceno medio se produce la fase compresiva denominada Orogenia Laramide, producto de la subducción de la placa oceánica (Farallón) por debajo de la placa continental (Americana) y que causa actividad volcánica en el margen occidental de la República e intensa deformación compresiva en la columna sedimentaria que es afectada por plegamientos y fallamiento inverso, evento que da origen a la formación de la Sierra Madre Oriental, que actualmente es la parte más alta aún cuando anteriormente era la de mayor hundimiento (Balam y Canché, 1992).

**Plioceno-Cuaternario.** La última parte de la historia geológica está representada por los derrames de basalto y depósitos piroclásticos de la parte sureste del área, los cuales se relacionan con la actividad del Eje Volcánico Transmexicano. El origen del Eje Volcánico Transmexicano (Moran, 1985) ha sido relacionado principalmente a la subducción de la Placa de Cocos, debajo de la corteza continental de México, que al nivel de la astenósfera sufre fusión parcial y origina los magmas del eje.

---

## CAPÍTULO VI. SISTEMA PETROLERO.

---

### Sistema Petrolero

Un Sistema Petrolero incluye todos aquellos elementos y procesos geológicos que son esenciales para la acumulación de un depósito de petróleo y gas, en la naturaleza. Estos elementos básicos incluyen una roca generadora de petróleo, ruta de migración, rocas almacenadora y sello, además de trampas estructurales y/o estratigráficas, así como los procesos geológicos que crean cada uno de estos elementos básicos. Todos estos elementos deben ser correctamente limitados en tiempo y espacio (Magoon, 1988).

Un sistema petrolero es un sistema abierto, con límites permeables entre sí mismo y un suprasistema más amplio (medio ambiente). En la figura 5 se ilustra una sección geológica hipotética que muestra los elementos de un sistema petrolero.

La Sierra Madre Oriental forma parte del sistema petrolero homónimo, consistente de una cadena montañosa, de origen estructural, formada por una serie de plegamientos alargados, orientados al noroeste - sur sureste, que se extienden desde los límites territoriales de México y Estados Unidos, hasta la parte norte del Estado de Puebla, donde son interrumpidos en la superficie por derrames ígneos del Eje Volcánico Transmexicano.

Destacan los anticlinorios de Huizachal-Peregrina, Huayacocotla y Villa Juárez en los núcleos de los cuales afloran las rocas más antiguas de la región (basamento precámbrico de rocas metamórficas).

La longitud de la Sierra Madre Oriental es mayor a 800 km, con una amplitud promedio de unos 80 km. Se encuentra limitada al sur por el Eje Volcánico Transmexicano -cerca del área de estudio-, en su parte occidental por la Mesa del Centro y Las Sierras y Llanuras del Norte; en tanto que su parte oriental es limitada por la Llanura Costera del Golfo y Las Llanuras de Norte América. Estratigráficamente el sistema está limitado por la Formación Huayacocotla en su parte inferior y la Formación Méndez en su parte superior, esta columna geológica nos representa un espesor promedio de 3000 m aproximadamente y sus límites temporales abarcan desde el Jurásico inferior hasta el Cretácico superior. En el área de estudio aflora desde la Formación Huayacocotla (Jurásico inferior) hasta la Formación Méndez (Cretácico superior).

Por su origen, el sistema petrolero Sierra Madre Oriental es de tipo Híbrido (Magoon, 1988), ya que sufrió una reorientación estructural que modificó la posición estructural original (Figura 6).

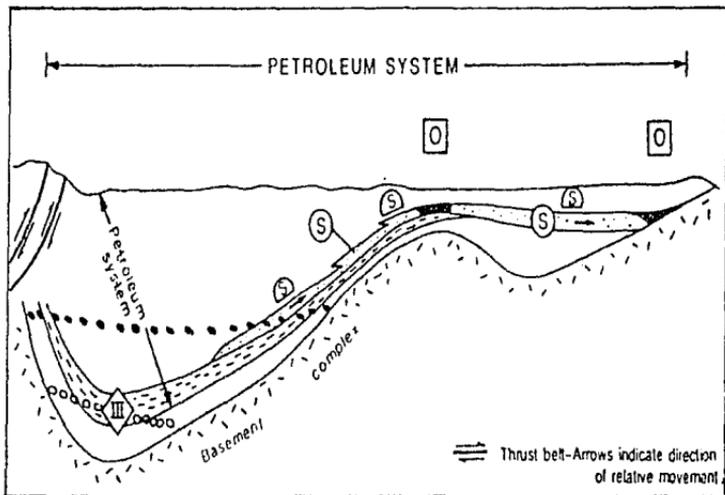
Por su nivel de certeza podemos clasificar el sistema como Hipotético, ya que la información geoquímica es suficiente para identificar una roca generadora, pero no existe una relación generadora -almacen (Magoon, 1988).

En la zona de estudio se observaron manifestaciones de hidrocarburos que corresponden con trazas de gilsonita en rocas de la Formación Tamaulipas Inferior, Pimienta, Tamón, Santiago y Tenexcate.

A continuación se describen las características de cada una de los subsistemas o componentes.

---

# SISTEMA PETROLERO



TOMADO DE MAGOON, 1988.

LITOLOGÍA



KEROGENO TIPO II (ROCA GENERADORA)



CLÁSTICOS SILÍCEOS (ROCA ALMACÉN)



LUTITA (ROCA SELLO)



DEPÓSITO DE PETRÓLEO (20°-45° API)

PRODUCTOS DEL PETRÓLEO



ACUMULACIÓN DE PETRÓLEO

..... GAS MICROBIANO

oooooooooooo PETRÓLEO CONDENSADO



→ RUTA DE MIGRACIÓN



LUTITA



CLÁSTICOS SILÍCEOS

UNAM

FACULTAD DE  
INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

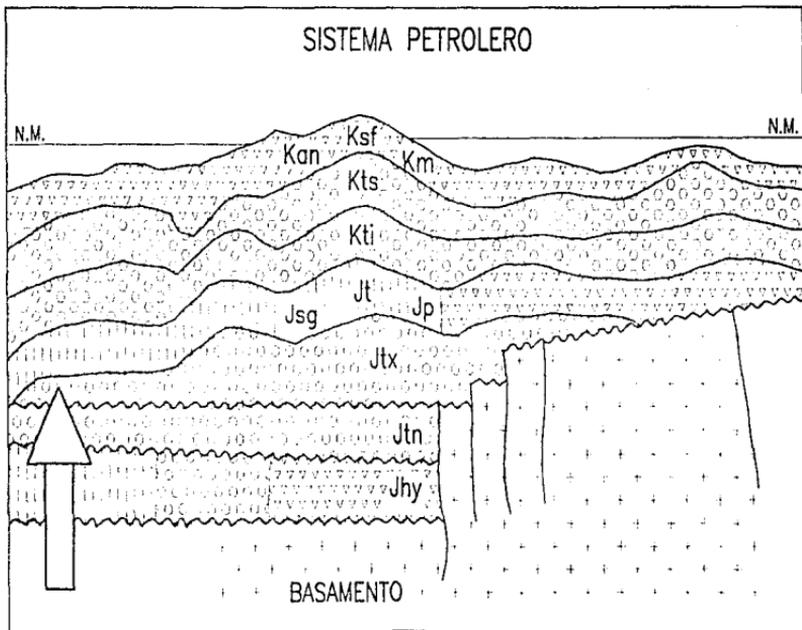
VICTOR HUGO ARRIAGA MARTÍNEZ

SISTEMA PETROLERO

Mayo 1997

FIG. 5

# SISTEMA PETROLERO



-  ROCAS GENERADORAS
-  ROCAS ALMACENADORAS
-  ROCAS SELLO

Modificado de Olivella - Ledezma (1966)

<b>UNAM</b>	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
VÍCTOR HUGO ARIAGA MARTÍNEZ	
<b>SISTEMA PETROLERO</b>	
Mayo 1997	FIG. 6

## SUBSISTEMA GENERADOR

En términos generales, se considera que la fuente principal de generación de hidrocarburos se encuentra principalmente en los sedimentos calcáreo-arcillosos bituminosos del Jurásico en las Formaciones Huayacocolla, Santiago, Tamán y Pimienta.

Con base en los estudios geoquímicos realizados por Olivella-Ledezma (1986), realizados cerca del área de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados en las formaciones mencionadas:

1. Valores de carbono total (Toc) mayores del 0.2 % para calizas, y mayores del 0.5 % para las rocas arcillosas, que es la primera condición para que una roca pueda ser generadora.
2. Materia orgánica de tipo algáceo, herbáceo, leñoso y carbonoso, lo que permite considerarlas como posibles generadoras tanto de hidrocarburos líquidos como gaseosos.
3. Un índice de alteración termal del 3 al 4, que nos sitúa en las facies maduras y metamórfica, que a su vez implican generación de hidrocarburos líquidos y gaseosos.
4. Un índice de hidrogeno menor que el índice de oxígeno, que también es indicativo de un tipo de materia orgánica predominantemente leñosa y carbonosa, y que los hidrocarburos resultantes corresponderán también predominantemente a la fase gaseosa.

Balam y Cancé (1992), con base en investigaciones más recientes en rocas potencialmente generadoras obtuvo los siguientes resultados:

-Formación Huayacocolla. Contiene una mezcla de materia orgánica algácea (14 %), herbácea, leñosa (5 %), y carbonosa (18 %). El índice de Alteración Termal varía de moderadamente maduro a severamente maduro, entrando en la producción de gas seco.

-Formación Santiago. Resulta ser la más importante roca generadora de hidrocarburos, ya que contiene materia orgánica, predominantemente algácea en promedios del 15 %, 2 % en materia orgánica leñosa y 18 % en carbonosa, su madurez térmica representada por el Índice de Alteración Termal es moderada (el ideal 3 a -3 para producir hidrocarburos líquidos), por lo que es potencialmente generadora de la fase líquida (aceite).

-Formación Tamán. Contiene en promedio 20 % de materia orgánica algácea y 7.5 % de materia orgánica carbonosa, también potencialmente generadora de aceite.

-Formación Pimienta. También contiene en promedio 32.5 % de materia orgánica leñosa y 10 % de carbonosa, por lo que es potencialmente generadora de gas y en menor proporción aceite.

Estos resultados nos hacen pensar que las Formaciones Huayacocolla y Santiago son las que tienen las mejores rocas oleogeneradoras con un grado de alteración (I.A.T.) de la materia orgánica de 3 a -3, un contenido de carbono orgánico del .97 a 1.15 % . El contenido de materia orgánica excede al 15% y es del tipo algáceo-leñoso que es capaz de generar hidrocarburos, principalmente de la fase líquida.

## **SUBSISTEMA ALMACENADOR**

Podemos considerar como rocas almacenadoras a las siguientes formaciones: Huayacocotla en su facies terrigena que forma cuerpos lenticulares con buena porosidad primaria, la Tepéxic en su facies calcarenítica que presenta porosidad primaria intergranular y buena permeabilidad en porcentajes regulares (lám. JAV-03), agregando a esto condiciones adecuadas de entrapamiento y sepultamiento, pueden ser almacenadoras de aceite y gas hacia la parte Este y Noreste del área, donde se encuentran en el subsuelo.

La Formación Tenexcate presenta lentes, horizontes arenosos y conglomeráticos con porosidad primaria e intergranular (láms. FCW-53, FI-TES-32, FI-TES-34A), lo que implica que también puede ser almacenadora bajo condiciones adecuadas hacia la parte Este y Noreste del área; donde se interpreta su existencia en el subsuelo. Esta unidad presenta en sus poros y fracturas abundante gilsonita.

En menor grado, también las Formaciones Tamaulipas Inferior y Superior por su porosidad secundaria, ya que muestra intenso fracturamiento en las zonas de extensión de los pliegues; por el espesor de sus unidades, por la estructura y su distribución presentan condiciones adecuadas de entrapamiento y sepultamiento, por lo que pueden ser almacenadoras de aceite y gas.

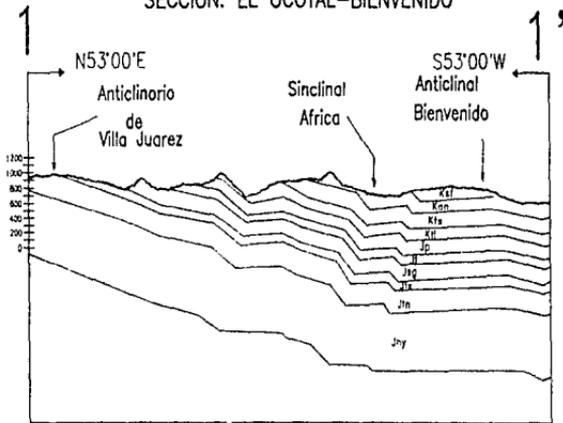
## **SUBSISTEMA SELLO**

Podemos considerar como rocas sello por su carácter arcilloso, su espesor y su posición en la columna geológica a la Formación Huayacocotla, que se encuentra en el subsuelo, debajo de la Formación Tenexcate con grandes espesores de 1000 m como límite inferior del sistema.

El límite superior del sistema está representado por las rocas calcáreo-arcillosas y arcillosas de las Formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez, que presentan en conjunto un espesor de más de 400 m.; son unas muy buenas rocas sello.

Podemos considerar también como subsistema sello las rocas de las Formaciones Santiago, Tamán y Pimienta por sus características litológicas, ya que contienen estratos arcillosos; espesor, posición estratigráfica, y las relaciones que guardan con las rocas almacenadoras, ya que las mencionadas formaciones son también rocas generadoras de hidrocarburos. Estas relaciones podemos observarlas hacia el Este y Noreste del área de estudio, condición que se observa en la figura 7, donde vemos las posiciones de las unidades geológicas. El espesor presentado de las formaciones es el promedio de los espesores medidos por algunos autores mencionados anteriormente en el Capítulo de Estratigrafía.

## SECCIÓN: EL OCOTAL-BIENVENIDO



### COLUMNA GEOLÓGICA

T TOBAS	_____	T
K MÉRIZ	_____	K
K SAN FELIPE	_____	Kf
K AGUA NUEVA	_____	Kn
K TAMAUULPAS SUPERIOR	_____	Ks
K TAMAUULPAS INFERIOR	_____	Ki
J PIMENTA	_____	Jp
J TAMAN	_____	Jt
J SANTIAGO	_____	Jsg
J TEPEXIC	_____	Jte
J TENEXICATE	_____	Jtn
J HUAYACOCOTLA	_____	Jhy

<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
VICTOR HUGO ARRIAGA MARTINEZ	
<b>SECCIÓN GEOLÓGICA</b>	
Mayo 1997	FIG. 7
EC. 1 : 1:3000	

#### SUBSISTEMA DE ENTRAMPAMIENTO.

- a) Trampas Estratigráficas. Se pueden considerar que las rocas de la Formación Tepéxic pertenecen a la serie de trampas estratigráficas primarias por sus desarrollos calcareníticos, pudiendo funcionar como trampas hacia la parte Este y Noreste del área de estudio, donde ya no aflora y se encuentra en el subsuelo (Figura 7).
- b) Trampas Estructurales. Las estructuras anticlinales que se observan en el área, como el Anticlinorio de Villa Juárez, se encuentra erosionado y por lo tanto carece de atractivo económico petrolero. En el Anticlinal Bienvenido el nivel erosivo es mucho menor pero sus dimensiones son reducidas como para considerarlo de atractivo económico, además está coronado por rocas ígneas (Mesa Monte de Chila) hacia la parte Noroeste, fuera del área de estudio, lo que impide una valoración completa.
- c) Trampas Mixtas. Debido a la cantidad de rocas sello y almacenadoras, es muy posible que exista este tipo de trampas en el subsuelo, además la Orogenia Laramide provocó una serie de fallamientos inversos y pliegues recostados que pueden encontrarse involucrados en el subsuelo, en el frente de la Sierra Madre Oriental.

#### SUBSISTEMA DE MIGRACION.

De acuerdo a los resultados geológicos y geoquímicos reportados por Balam y Cancé (1992), no se tienen los parámetros suficientes para poder establecer las posibles rutas de migración y solamente se puede deducir que las vías de migración pudieron ser las fallas, superficies de estratificación y las fracturas, sin especificar el sentido de desplazamiento de los hidrocarburos.

Sin embargo, con base en este estudio se interpreta que se dió movilidad en sentido ascendente y horizontal hacia la Planicie Costera del Golfo, ya que en la Formación Tenexcate se tienen vetillas con gilsonita (esta Formación carece de materia orgánica), al igual que en la Formación Tamaulipas Inferior. Por la presencia de gilsonita en distintos niveles estratigráficos, se interpreta que ocurrió movilidad desde diferentes áreas y niveles estratigráficos. La gilsonita que se presenta en los poros y fracturas del miembro conglomerático de la Formación Tenexcate (al oriente, fuera del área de estudio) puede asociarse a la estructura regional en que se encuentra involucrada, la cual sugiere una migración de hidrocarburos, desde niveles estratigráficos más bajos de la Formación Huayacocotla (Facultad de Ingeniería, 1996).

En gran parte del área, por el proceso de levantamiento y la erosión posterior, ocurrió la degradación de parte de los hidrocarburos al quedar expuestos en un ambiente oxidante, por lo que la única evidencia que se encontró es la gilsonita en vetillas y en poros en algunos horizontes estratigráficos.

Otra parte importante de los hidrocarburos pudo haber migrado en el subsuelo hacia la parte noreste, fuera del área de estudio, ya que en esa área se ubican importantes campos petroleros, como son: Amixtlán, San Andrés y Lagartos. Estos campos petroleros pertenecen al sistema petrolero Tampico - Tuxpan (Martell, 1982), el cual se encuentra al oriente del sistema petrolero Sierra Madre Oriental, en la Planicie Costera del Golfo.

#### **FACTORES ADVERSOS A LA ACUMULACION DE HIDROCARBUROS.**

Las rocas que pueden funcionar como generadoras, almacenadoras y sello afloran en gran parte del área de estudio, en una amplia franja que va de noroeste a sureste, principalmente en el núcleo y flancos del Anticlinal de Villa Juárez, por lo que los hidrocarburos que se pudieron generar y almacenar se destruyeron.

El estilo de deformación que afectó a la columna sedimentaria, originó que se tenga fallamiento y fracturamiento intenso tanto en la superficie como en el subsuelo, lo que pudo permitir el escape de los hidrocarburos.

La presencia de gilsonita en las rocas almacenadoras representa solo el residuo de los hidrocarburos que ascendieron a la superficie del terreno que se perdieron y quedaron expuestos por la erosión, o que migraron hacia la parte noreste, en la Planicie Costera del Golfo.

---

## CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES.

---

#### A.-ESTRATIGRÁFICAS

Las rocas expuestas en la zona de estudio presentan un espesor mayor a 3000 m y representan un lapso que comprende desde el Jurásico hasta el Plio-Cuaternario y sus características generales son:

FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Rocas Igneas	Derrames basálticos y tobas andesíticas
Méndez	Margas y calizas arcillosas en estratos medios.
San Felipe	Wackestone y mudstone intercalados con capas de bentonita, en estratos delgados.
Agua Nueva	Wackestone con intercalaciones de lutitas, bandas de pedemal y calizas arcillosas en estratos delgados.
Tamaulipas Superior	Mudstone y wackestone en estratos masivos con estilolitas, nódulos de fierro, bandas y lentes de pedemal.
Tamaulipas Inferior	Mudstone y wackestone con intercalaciones de bentonita. Bandas y lentes de pedemal. Estratos delgados a masivos.
Pimienta	Intercalaciones de caliza arcillosa con mudstone y wackestone, lutitas; en estratos delgados a masivos.
Tamán	Lutitas carbonosas, intercalaciones de calizas arcillosas y lutitas calcáreas, estratos aislados de mudstone, en estratos delgados.
Santiago	Mudstone en estratos delgados a masivos con intercalaciones de lutitas carbonosas.
Tepéxuc	Calcarenitas, calizas arenosas y arcillosas, grainstone. Estratos delgados a masivos.
Tenexcate	Limolitas, arcosas, tobas liticas no liticas y derrames andesíticos.
Huayacocotla	Intercalación de lutitas y grauwacas liticas en estratos delgados.

## **B.-ESTRUCTURALES.**

**1.Pliegues.** Se reconocieron dos tipos de pliegues menores: A)Un conjunto de pliegues angulares y cerrados con ángulos interflancos entre 39 y 65°, y B)Pliegues angulares abiertos (con ángulos interflancos entre 80 y 118°) y algunos suaves con ángulos comprendidos entre 121 y 131° cuyos planos axiales son subverticales.

El tipo de pliegues que predominan, es de Pliegues Horizontales Normales y en el caminamiento Cerro Pucuxín - Coyay se observaron también Pliegues Horizontales Recostados, por lo cual nos causó una variación en la orientación del Plano Axial y la Charnela.

Los Planos Axiales promedio son de N35°W 74° y en el Cerro Pucuxín es de S29°E 68°.

La Charnela promedio es de 16° N35°W y en el punto mencionado es de 07° S29E.

Además se reconocieron pliegues mayores, entre ellos el flanco oriental de la megaestructura conocida como el Anticlinorio de Villa Juárez, el Anticlinal Bienvenido y el Sinclinal Africa.

Estos tres pliegues mayores presentan una orientación noroeste-sureste, son asimétricos y recostados hacia el Noroeste.

**2.Fallas.** Se localizaron y describieron dos fallas laterales izquierdas:

La Neopopualco que corta el flanco oriental del anticlinorio de Villa Juárez, afectando las rocas de la Formación Tenexcate, en la parte suroeste del Área de estudio. Presenta una orientación preferencial NE 70° SW.

La falla San Pedro que corta el Sinclinal Africa, yuxtapone a las rocas de las Formaciones Tamaulipas Inferior y Tamaulipas Superior, en la parte sureste. Presenta una orientación general de NE 44° SW.

Una falla lateral derecha (San Mateo) que también corta el anticlinorio de Villa Juárez, afectando a las rocas de la Formación Tenexcate, en la parte Este del área. Presenta una orientación preferencial de NE 42° SW.

## **C.ECONÓMICAS.**

### **1.Sistema Petrotero.**

1.La región estudiada se encuentra dentro del Sistema Petrolero Sierra Madre Oriental, que consiste de una cadena montañosa de origen estructural, de longitud mayor a 800 km y amplitud promedio de 80 km, formada por una sene de plegamientos alargados.

2. Estratigráficamente el sistema está limitado por la Formación Huayacocotla en su parte inferior y la Formación Méndez como límite superior, con un espesor promedio de 3000 m. Sus límites temporales abarcan desde el Jurásico inferior hasta el Cretácico superior.
  3. Por su origen, el sistema petrolero Sierra Madre Oriental es de tipo Híbrido (Magoon, 1988), ya que sufrió una reorientación estructural que modificó la posición estructural original.
  4. Por su nivel de certeza, podemos clasificar el sistema como Hipotético, ya que la información geoquímica es suficiente para identificar una roca generadora, pero no existe una relación generadora - almacén (Magoon, 1988)
  5. El subsistema generador incluye las Formaciones Huayacocotla, Santiago, Tamán y Pimienta.
  6. El subsistema almacenador consiste de la Formación Huayacocotla en su facies terrígena, la Formación Tepéxic en su facies calcarenítica y la Formación Tenexcate en sus horizontes arenosos y conglomeráticos.
  7. El subsistema sello incluye las formaciones Huayacocotla como límite inferior del sistema petrolero, y a las formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez como límite superior del sistema.
  8. La migración de hidrocarburos es evidente en vanos niveles estratigráficos por las impregnaciones de gilsonita en poros y/o fracturas en las formaciones Tenexcate, Santiago, Tamán, Pimienta y Tamulipas inferior.
  9. El subsistema de entrapamiento cobra importancia en las rocas de la Formación Tepéxic como trampas estratigráficas y son probables la presencia de trampas mixtas en el subsuelo. Las estructuras anticlinales que se observan carecen de atractivo económico por sus pequeñas dimensiones (A. Bienvenido) o porque se encuentran disecadas por los agentes erosivos (A. de Villa Juárez).
  10. Dentro de los factores adversos a la acumulación de hidrocarburos podemos mencionar que las rocas que funcionan como generadoras, almacenadoras y sello se encuentran expuestas en gran parte del área por lo que el aceite y/o gas que pudieron contener migró o se destruyó. El estilo de deformación que afectó a la columna sedimentaria, originó fallamiento y fracturamiento intenso por lo que también se originó gran movilidad.
-

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Balam y Cancé, J. L., 1992. Informe Geológico Final Estudio San Carlos: IGRP - 004. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Bartolo - Sánchez, C., 1992 Informe Geológico Final Estudio San Miguel IGPR - 003. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Bonet, F. y Camilo, J. 1961. Sobre la llamada Formación Paltoltecaya. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr. Vol. 13, No. 7 y 8, pp. 259-268.
- Cantú, A., 1969. Estratigrafía del Jurásico medio-superior del subsuelo de Poza Rica, Ver. (área de Soledad - Miquetla) Revista del Inst. Méx. del Petróleo. V. 1, n. 1, pp 3 - 9.
- Damón, P. E., Shafiqullah, M. y Clark, K. F., 1981. Evolución de los arcos magmáticos en México y su relación con la metalogénesis. Revista del Inst. de Geología, v. 5, núm. 2, pp 223-238.
- Dirección General de Geografía. 1981: Carta Fisiográfica México. Primera Edición. Esc. 1: 1, 000, 000.
- INEGI, 1995: Carta Topográfica. Filomeno Mata F14-D84. Tercera Impresión. Esc. 1: 50,000.
- Secretaría de Gobernación, 1987. Enciclopedia de los Municipios de México. SEP, pp 14-1002.
- Erben, H. K., 1956. El Jurásico Inferior de México y sus amonitas. Publicación del XX Congreso Geológico Internacional, México 1956, 393 p.
- Facultad de Ingeniería UNAM, 1990. Informe Geológico Final del Prospecto Zacualtipan IGZN - 711. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Facultad de Ingeniería, UNAM, 1990. Estudio Geológico Coxquihui IG-RVER - 96/04-1. Petróleos Mexicanos. Inédito.
- Flores, L., 1967. La Fauna Liásica de Mazatepec, Puebla Inst. Mex. del Petróleo Monografía 1, lam. 8, pp 25 - 30.
- Gutiérrez G., U., 1984. "Informe Geológico Final del Prospecto Acaxochillán" IGPR-236. Petróleos Mexicanos. Inédito.

- Heim, A., 1926. Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental, Mexico) *De. Geol. Helvetiae* V. 20, pp. 84 - 89.
- Imlay, R.W., 1952. Correlation of the Jurassic Formations of North America, exclusive of Canada. *Bull. Geol. Soc. American*, V. 63, pp. 953 - 992.
- Imlay, R., Cepeda, E., Alvarez, M. Jr. and Diaz, T., 1948. Stratigraphic Relations of Certain Jurassic Formations in eastern Mexico. *Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Bull.*, v. 32, pp 1750 - 1761.
- Jeffreys, 1910. Reporte Inédito no consultado en Muir, 1936, "Geology of the Tampico Region Mexico", *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* V. 29, pp. 280.
- Lopez Ramos, Ernesto, 1982. *Geología de México Tomo III. 3ª edición. SEP, Mexico.*
- López-Rubio, J.L. y Meneses-López, S. 1967. Informe Final de Geología del área Río Laxaxalpa - Tezcutlán - Misantla, estados de Puebla y Veracruz: PRGC-3201. *Petróleos Mexicanos. Inédito.*
- Magoon, L. B., 1988. *Petroleum Systems of the United States. U.S. Geological Survey, Bulletin 1870. 15 p.*
- Muir, J., 1936. *Geology of the Tampico Region. México. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* V. 20, 280 pp.
- Morán, Z. D. 1985. *Geología de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. 2ª Edición. INEGI, México.*
- Olivella - Ledezma, M., 1986. Informe Geológico Final Prospecto Aquixtla IGPR-252. *Petróleos Mexicanos. Inédito.*
- Parga-Macias, J. A., 1975. "Prospecto Mazatepec" IGPR-131. *Petróleos Mexicanos. Inédito.*
- Petróleos Mexicanos, 1948. Informe final del pozo Ayotoxco-1. Coordinación de Exploración, Gerencia de Operaciones Geológicas. Inédito.*

- Petróleos Mexicanos, 1960. Informe final del pozo Manigua-1. Coordinación de Exploración, Gerencia de Operaciones Geológicas. Inédito.**
- Petróleos Mexicanos, 1960. Informe final del pozo Tecoantepec-1. Coordinación de Exploración, Gerencia de Operaciones Geológicas. Inédito.**
- Petróleos Mexicanos, 1969. Informe final del pozo Carolina-1. Coordinación de Exploración, Gerencia de Operaciones Geológicas. Inédito.**
- Petróleos Mexicanos, 1971. Informe final del pozo Xalostoc-1. Coordinación de Exploración, Gerencia de Operaciones Geológicas. Inédito.**
- Petróleos Mexicanos, 1974. Informe final del pozo Carolina-2. Coordinación de Exploración, Gerencia de Operaciones Geológicas. Inédito.**
- Ragan, Donald M. Structural Geology. An Introduction to Geometrical Techniques. Second Edition, 1973.**
- Reyes - Domínguez, E., 1964. El Jurásico Superior del área de Tamán S.L.P., Informe Geológico no. 508. Superintendencia de Exploración de Tampico, Tam., Petróleos Mexicanos, Inédito.**
- Santiago J., Camillo J., Martel B., 1984. Geología Petrolera de México, Evaluación de las Formaciones en México. Schlumberger, México, PEMEX. 36 p.**
- Schmidt-Erfing, R., 1980. The Huayacocotla Aulacogen in Mexico (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf of Mexico. Proceeding of a Simposium. The rigin of the Gulf of Mexico in the Early Opening of the Central North Atlantic Ocean, pp 79 - 86.**
- Stephenson, 1921 Geology of the Tampico Región Mexico Amer. Asoc. Petrol. Geol. Bull. V. 20.**
- Zozaya-Saynes, M., 1973. Informe Geológico Final del Prospecto Chalahuite Arroyo Grande. IGPR-103. Petróleos Mexicanos Inédito.**

APENDICE PETROGRÁFICO.

MUESTRA N.	ERIGACIÓN EODOR, E.T.M.	FUENTE N.º	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	CLASIFICACIÓN	FOSFOS	CALIZIN	OBSERVACIONES
				1. Abundancia 2. Forma 3. Microconstituyente %				
147-2A	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO CORTA	Altera por pérdida de bicarbonato. gran Estructura de la especie con buena definición al ser sometida.	Cuarzo Limon Feldspato Mica Muscovita 5	43 14 15 15 5		Mante de Cuerpo compacto	Clasificación: alterada, buen desarrollo y presenta una suficiente estructura.
147-2B	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO CORTA	Altera por pérdida de bicarbonato en gran parte al ser sometida al ser sometida.	Cuarzo Limon Feldspato Mica Muscovita 5	30 20 10 15 5		Mante de Cuerpo compacto	Clasificación: alterada, buen desarrollo y presenta una suficiente estructura.
147-2C	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO	Altera por pérdida de bicarbonato en buena parte al ser sometida al ser sometida.	1. Cuarzo 2. Limon 3. Feldspato 4. Mica 5. Muscovita	5 5 5 10 10		Fluorita de estructura compacta	En el núcleo de los cristales se observa la estructura.
147-2D	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO	Altera por pérdida de bicarbonato en buena parte al ser sometida al ser sometida.	1. Mica 2. Limon 3. Feldspato 4. Mica 5. Muscovita	7 6 6 6 10		Mica compacta	Contiene algunas minerales especiales.
147-2E	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO	Altera por pérdida de bicarbonato en buena parte al ser sometida al ser sometida.	1. Mica 2. Limon 3. Feldspato 4. Mica 5. Muscovita	45 15 15 15 5		Cuarzo compacto	Clasificación: alterada, buen desarrollo y presenta una suficiente estructura.
147-2F	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO	Altera por pérdida de bicarbonato en buena parte al ser sometida al ser sometida.	Limon Cuarzo Feldspato Mica Muscovita	85 10 10 5 5		Construcción Bucal	
147-2G	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO	Altera por pérdida de bicarbonato en buena parte al ser sometida al ser sometida.	1. Mica 2. Limon 3. Feldspato 4. Mica 5. Muscovita	81 10 10 5 5		Construcción Bucal	La estructura es compacta y bien desarrollada.
147-2H	4-23-68 E 22-12-68 N	REACTIVO	Altera por pérdida de bicarbonato en buena parte al ser sometida al ser sometida.	1. Mica 2. Limon 3. Feldspato 4. Mica 5. Muscovita	11 4 4 4 4		Mante de Cuerpo	Se observan algunas minerales especiales.

CO

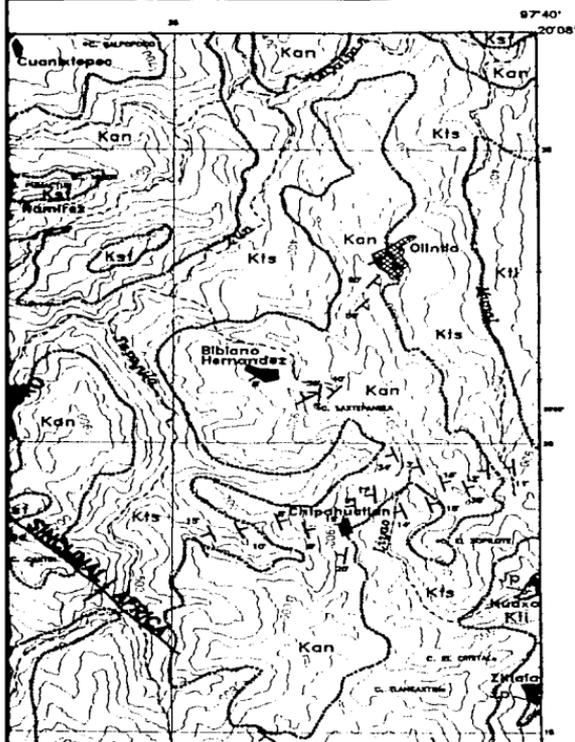


MUESTRA N°	LEGACIÓN (DOM. LIT.)	FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN MEGASCÓPICA	DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA		CLASIFICACIÓN	FOLIOS	ORIGEN	OBSERVACIONES
				1. Alveolares 2. Tangentes 3. Microconstantes	%				
				Llaves Mierzo	5 16	Activa			Señal de la muestra
H 115 5A	421361 221362	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves	45 25 10	1. Las arenas de Clavos Llaves		Central	
H 115 5B	421363 221364	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Llaves Mierzo	6 10	Las arenas		Central Distal	Las arenas de las arenas de las arenas
H 115 5C	421365 221366	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves Mierzo	15 10 10 10	1. Las arenas de Clavos Mierzo Llaves		Central Distal	Las arenas de las arenas de las arenas
H 115 5D	421367 221368	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves Mierzo	20 10 10 10	1. Las arenas de Clavos Mierzo Llaves		Central Distal	Las arenas de las arenas de las arenas
H 115 5E	421369 221370	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves Mierzo	15 10 10 10	1. Las arenas de Clavos Mierzo Llaves		Central Distal	Las arenas de las arenas de las arenas
H 115 5F	421371 221372	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves Mierzo	10 10 10 10	Las arenas		Central Distal	Las arenas de las arenas de las arenas
H 115 5G	421373 221374	TAMAY	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves Mierzo	1 1 1 1	Las arenas		Distal	Las arenas de las arenas de las arenas
H 115 5H	421375 221376	HINCA 57	Las arenas de las arenas de las arenas	Clavos Mierzo Llaves Mierzo	1 1 1 1	Las arenas		Distal	Las arenas de las arenas de las arenas



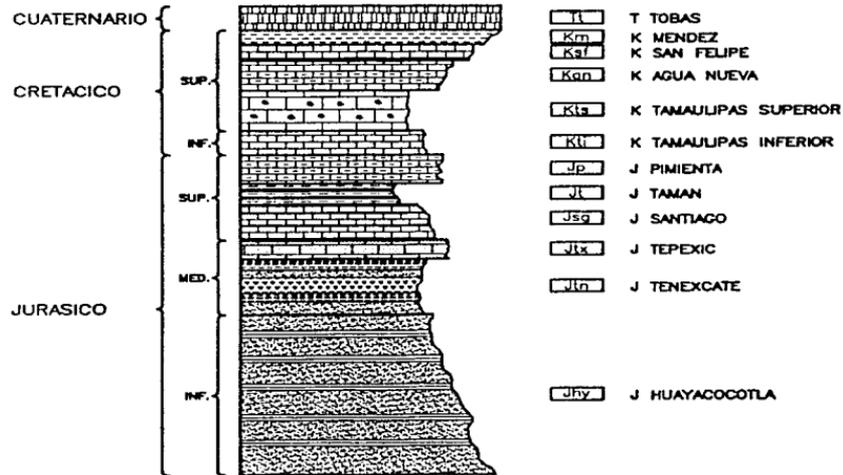


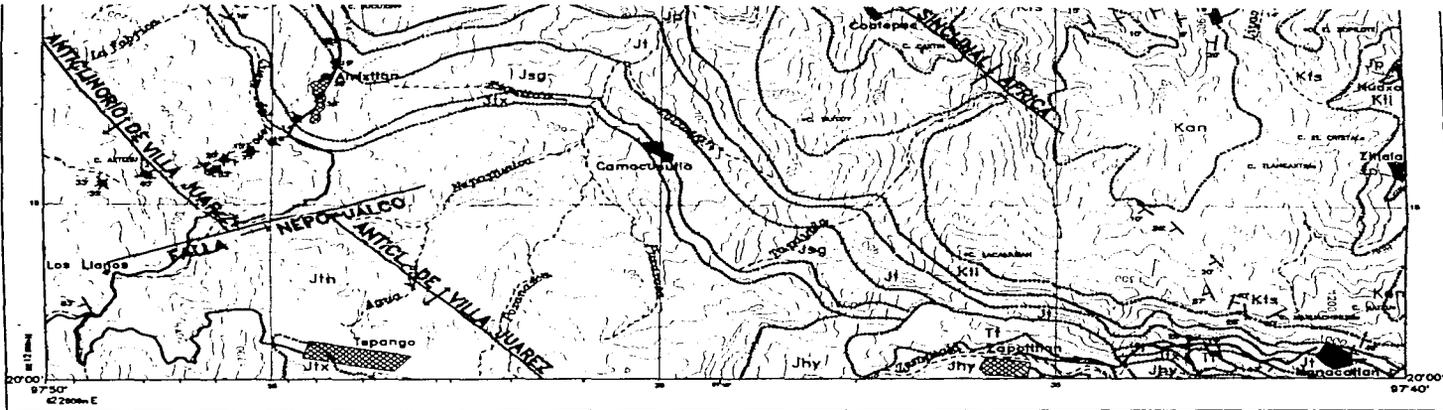
F-14-D84-d



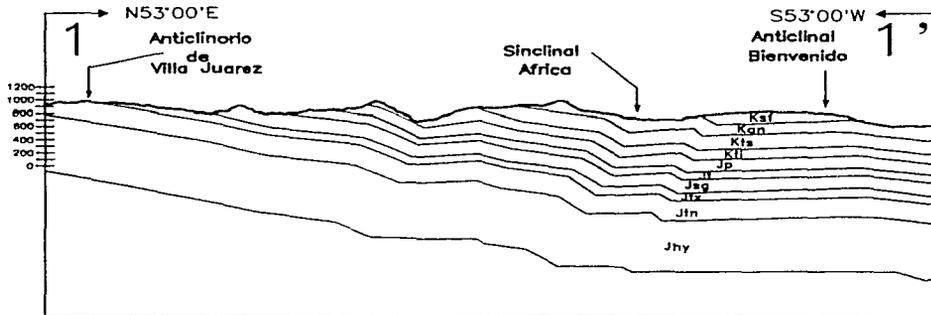
## LEYENDA

### COLUMNA GEOLOGICA



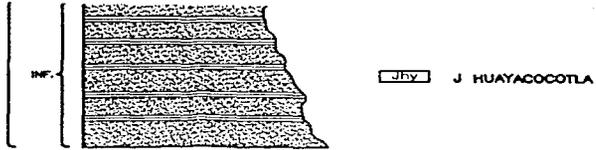
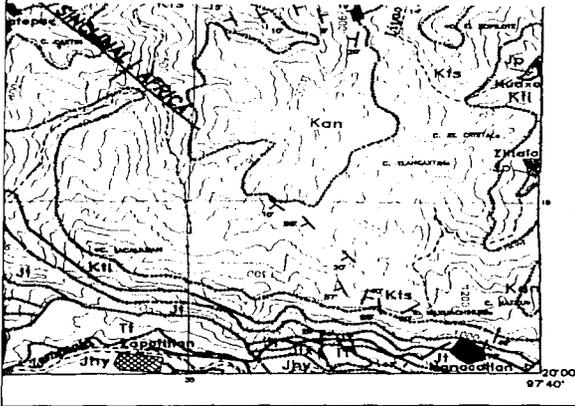


SECCION: EL OCOTAL-BIENVENIDO  
 ESCALA 1:75,000



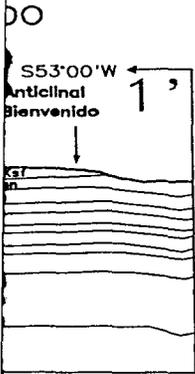
CROQUIS DE L



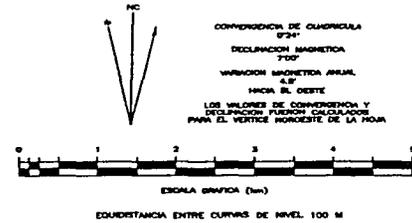
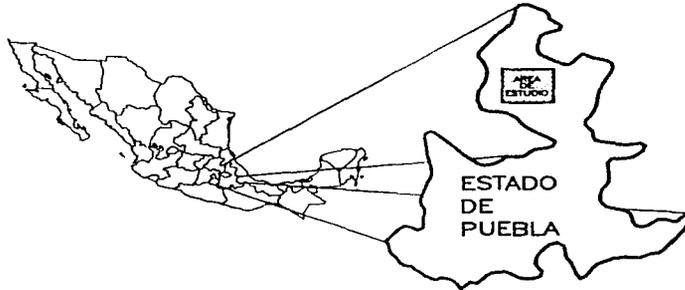


**SIMBOLOS GEOLOGICOS**

- ECHADO TRABAJOS PREVIOS \_\_\_\_\_
- ECHADO MEDIDO \_\_\_\_\_
- ANTICLINAL \_\_\_\_\_
- SINCLINAL \_\_\_\_\_
- FALLA LATERAL DERECHA \_\_\_\_\_
- CONTACTO GEOLOGICO \_\_\_\_\_
- LINEA DE SECCION \_\_\_\_\_



**CROQUIS DE LOCALIZACION**



<b>U N A M</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
ANALISIS DEL SISTEMA PETROLERO SIERRA MADRE ORIENTAL EN LA PARTE SURESTE DE LA HOJA FILOMENO MATA	
AUTOR: Victor Hugo Arriaga Martínez	
TIPO DE TRABAJO: Semidetalle Geológico	
CONTENIDO: Mapa Geológico	
DIRECTOR: Ing. Javier Arriaga Oñ	HOJA: F14-DB4, Filomeno Mata
ESCALA: 1 : 75,000	DIGITALIZO: Adán Castro Flores
ANEXO No. 1	FECHA: Mayo de 1997