



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

"PROSPECCION GEOLOGICO - MINERA EN EL
OSTE DEL DOMO DE JALTIPAN, VER."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
AURELIO CRUZ AMBROSIO

México, D. F.

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-62

Señor CRUZ AMBROSIO AURELIO.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Germán Arriaga García, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOLOGO.

"PROSPECCION GEOLOGICO-MINERA EN EL OESTE DEL DOMO DE
JALTIPAN, VER."

- I INTRODUCCION.
- II GENERALIDADES.
- III FISIOCRAFIA.
- IV GEOLOGIA.
- V ORIGEN DE LOS DOMOS SALINOS.
- VI ANALISIS DE LA INFORMACION.
- VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
BIBLIOGRAFIA.
PLANOS E ILUSTRACIONES.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de la Administración -- Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los -- ejemplares de la tesis, el titulo del trabajo realizado.

Atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., Marzo 20 de 1985.

EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rasón Chávez

INDICE

	PAGINA
1.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	1
1.2.- Antecedentes	2
1.3.- Método del Trabajo	3
2.- GENERALIDADES	5
2.1.- Localización y Extensión del área	5
2.2.- Vías de Comunicación	6
3.- FISIOGRAFIA	7
3.1.- Fisiografía	7
3.2.- Hidrografía	8
4.- GEOLOGIA	9
4.1.- Estratigrafía	9
4.2.- Geología Histórica	20
4.3.- Geología Estructural	24
5.- ORIGEN DE LOS DOMOS SALINOS	26
5.1.- Mecánica de Formación del Domo	26

I N D I C E

	PAGINA
5.2.- Origen del Casquete y del Azufre	23
6.- INTERPRETACION	32
6.1.- Interpretación de secciones en áreas conocidas.	32
6.2.- Interpretación de las secciones del área de estudio	35
CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFIA	44
PLANOS	

RESUMEN.

Este trabajo ha sido resultado del análisis de la información realizada en trabajos de exploración en épocas pasadas y cuyo objetivo geológico fué determinar las posibilidades de encontrar mineralización por azufre en la porción W del Domo de Jáltipan.

Esta área se localiza en la parte sur del Estado de Veracruz, dentro de la Cuenca Salina del Sureste de México, y que a su vez se localiza en la Subprovincia Fisiográfica de la Cuenca Terciaria del Sureste de México.

En la zona de estudio se tienen depósitos que varían de edad Triásica-Jurásica hasta el Reciente, representados por un basamento salino sobre la cual se tiene un paquete de sedimentos terrígenos.

La Cuenca Salina se vio sometida a varias fases deformativas de las cuales la más importante es la Orogenia Apalachiana-Oachita-Marathon.

La formación de los Domos Salinos se atribuye a la gran plasticidad de la sal, pues debido al peso de los sedimentos, al bajo peso específico de la sal, y sus condiciones de fluidez, se fueron produciendo movimientos ascendentes acorde a los espesores superyacentes y en menor grado a los movimientos tectónicos.

Los depósitos de azufre se encuentran dentro del casquete calcáreo de grandes estructuras salinas, la roca contenedora de este metaloide es la caliza, producto de la acumulación residual de la anhidrita contenida en la sal (dicha

anhidrita, se reduce en presencia de hidrocarburos, formando a la caliza y el azufre).

De acuerdo al análisis hecho se llegó a la conclusión de que son mínimas las posibilidades de encontrar una realización en el área de estudio, debido a que no se presenta un casquete calcáreo, el cual es indispensable para encontrar un yacimiento económico.

1.- INTRODUCCION

El azufre en México tiene gran importancia tanto para las actividades industriales como agropecuarias. Es ampliamente utilizado en diversas formas para procesos productivos en el desarrollo del país. Entre los usos más importantes se pueden citar la fabricación de fertilizantes, ácido sulfúrico, papel, pinturas, esmaltes, explosivos y otros productos químicos.

México se ha caracterizado por ser uno de los principales productores de azufre en el mundo. En 1983 de las 1.6 millones de toneladas producidas, el 65 % aproximadamente se dedicó a la exportación (Anuario Estadístico, C.R.A. - 1983), por tanto, es una fuente importante de divisas al país. Por esta razón, se impone una actividad sistemática de exploración que garantice, a corto y mediano plazo, el suministro de este importante mineral.

Los yacimientos más importantes del país se encuentran en la parte sur del Estado de Veracruz, dentro de la denominada Cuenca Salina del Sureste Mexicano. Estos yacimientos fueron descubiertos en forma accidental, al hacer un estudio geológico a fines del siglo pasado con motivo del proyecto que existió de excavar un canal a través del Istmo de Tehuantepec. Los encargados del proyecto se dieron cuenta inmediatamente que la zona ofrecía buenas perspectivas para encontrar petróleo en cantidades comerciales. Se formó una compañía que procedió a explorar el área; estas exploraciones se enfocaron principalmente a la búsqueda de chapopoterías. Como conclusión de lo anterior, se perforaron los primeros pozos en la estruc-

tura Patrenillas en el año 1902, descubriéndose un Domo Salino, que en la actualidad se le conoce como Domo de Jáltipan. También, una de las primeras áreas en perforar, fue la estructura San Cristóbal en el año 1902.

Estos pozos atravesaron el casquete calórico y encontraron la sal; por lo cual, se dio el nombre de Cuenca Salina del Istmo (actualmente se le conoce como Cuenca Salina del Sureste de México debido a que se extiende hasta Guatemala).

1.1.- Objetivos

El Domo de Jáltipan ha sido uno de los principales yacimientos del mundo, ya que hasta la fecha se han explotado aproximadamente 30 millones de toneladas.

La totalidad del azufre explotado se ha extraído de la parte este del domo, mientras que en la parte oeste se llevaron a cabo trabajos de exploración realizados por la Compañía Exploradora del Istmo pero dejando áreas extensas sin conocer.

Actualmente existe una etapa de reexploración. Debido a que el azufre se comporta de un modo irregular, tanto vertical como horizontalmente. Se llevó a cabo un análisis de los datos existentes y cuyo objetivo principal, en este trabajo, es determinar las posibilidades de encontrar azufre en las áreas sin conocer de la parte oeste del Domo de Jáltipan.

1.2.- Antecedentes

Dentro del área de la Cuenca Salina del Istmo se han hecho innumerables trabajos de exploración. La compañía de petróleo " El Aguila " fue la primera que perforó pozos de exploración con fines petroleros, sin tener idea de que se trataba de Domingos Salinas; éstos fueron: Jáltipan, Petretilles y San Cristóbal. Se encontró azufre en el casquete calcáreo pero no le dieron importancia debido a que los objetivos específicos eran la búsqueda de petróleo.

Los descubrimientos llevados a cabo por la compañía en el Istmo no tuvieron gran resonancia; posiblemente por que dicha empresa debe haber guardado celosamente la información relativa a sus descubrimientos e por que en ese tiempo, el país no tenía mucha demanda de azufre.

Hasta el año 1937 comenzaron a titularse las primeras concesiones de azufre en el Istmo siendo las primeras la de San Cristóbal y Cristóbal Capoacán.

En el año 1942 se formaron una gran cantidad de compañías con el objeto de encontrar azufre en cantidades comerciales y se otorgaron cinco concesiones más, para explotar azufre asociado a Domingos Salinas.

Hasta el año 1954 es cuando se inició la explotación por azufre en el Domo de Jáltipan.

1.3.- Método de Trabajo.

El presente estudio se llevo a cabo, a partir de la necesidad que tiene el país de incrementar las reservas de azufre, que garantice a futuro el suministro de este mineral.

El desarrollo consistió primeramente en la recolección de información, tanto de pozos, planos e informes llevados a cabo en años pasados en el área de estudio. Posteriormente se hizo un análisis de la información, construyendo 10 secciones en el área de estudio y 2 en el área que actualmente está en explotación. Estas dos últimas secciones se llevaron a cabo para visualizar cuales son las condiciones necesarias para poder encontrar mineralización y aplicarse en el área de estudio para llegar a una conclusión.

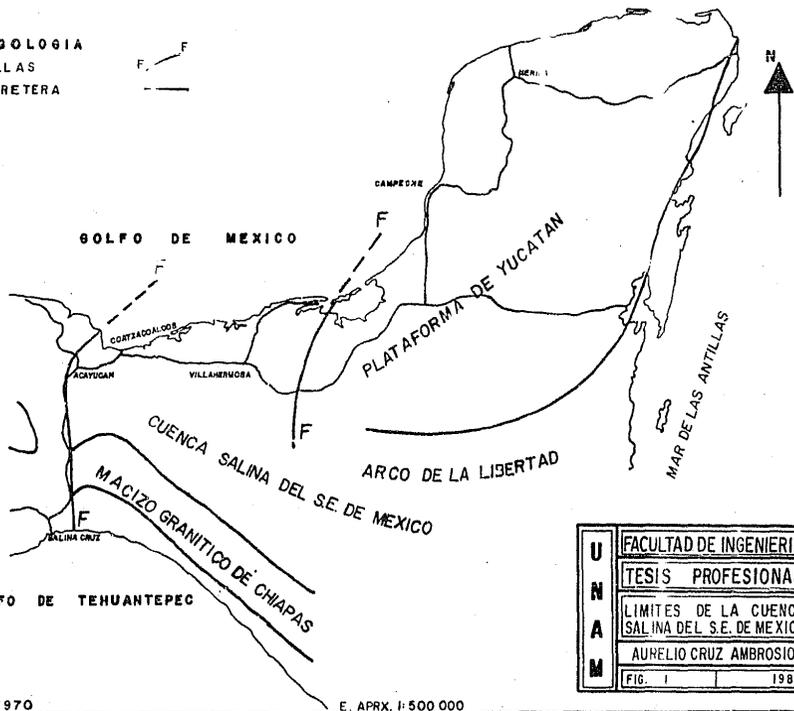
SIMBOLOGIA

FALLAS

CARRETERA

F. /

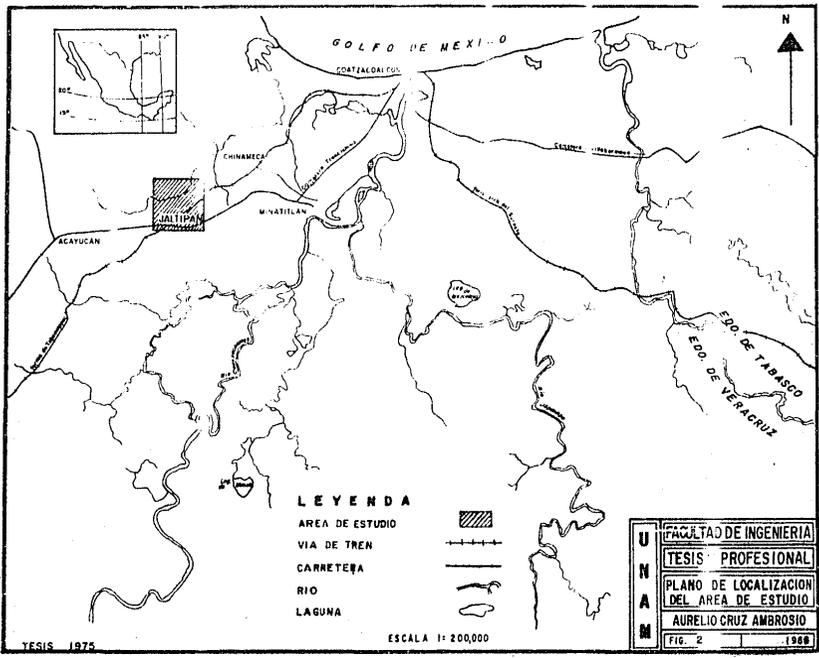
—



PENEX 1970

E. APRX. 1:500 000

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	LIMITES DE LA CUENCA SALINA DEL S.E. DE MEXICO
	AURELIO CRUZ AMBROSIO
FIG. I	1986



2.- GENERALIDADES

2.1.- Localización y Extensión del área.

La Cuenca Salina del Sureste de México se encuentra delimitada de la siguiente forma: (Fig: 1)

- Al Oeste: Per la falla de Sayula donde se han perforado pozos hasta de 3800 m, sin encontrar sal.
- Al Sur: Macizo granítico de Chiapas.
- Al Norte: Desconocido.
- Al Este: Plataforma de Yucatán y posiblemente se adentre hasta Belice y el Caribe. En Guatemala el Pozo Tortugas llegó a la sal.

El Domo de Jáltipan se localiza en la parte Sur - del Estado de Veracruz, dentro de la Cuenca Salina mencionada.

Geográficamente, el domo se encuentra a 1 Km. al norte de la población de Jáltipan que a su vez se localiza en las inmediaciones de las ciudades de Minatitlán y Acayucan Veracruz. (Fig: 2).

La Compañía Aerofoto hizo un trabajo de triangulación geodesica en la Cuenca Salina del Sureste; de la cual algunos puntos quedaren en el domo. El pozo que tomaron como base fue el petrolero # 1, al cual le otorgaron el punto de coordenadas $17^{\circ}59'18''$ de latitud Norte y $94^{\circ}43'22''$ de latitud Oeste.

La estructura en su conjunto cubre una superficie de un poco más de 67 Has., presenta una forma alargada en el sentido NE-SW donde su eje longitudinal tiene 12 Km., en tanto su eje transversal alcanzó los 7 Km.

2.2.- Vías de Comunicación.

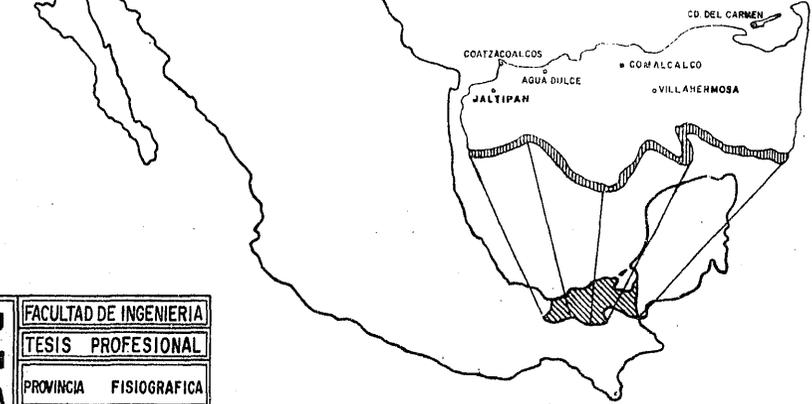
El área de estudio cuenta con dos tipos principales de vías de comunicación: Terrestre y Aérea. La principal vía de comunicación es la carretera Veracruz-Coatzacoalcos, que intersecta en el kilómetro 251 al poblado de Naltipan; a 1 kilómetro aproximado al norte de dicho poblado se tiene acceso a las instalaciones por un camino asfaltado. Otra vía de comunicación terrestre es el ferrocarril del Sureste.

Por vía aérea se cuenta con tres vuelos diarios México-Minatitlán; de esta ciudad se toma la carretera tran--sistmica con rumbo al poblado de Acayucan, encontrando el área de estudio a escasos 20 kilómetros.

REPUBLICA MEXICANA



CUENCAS TERCARIAS DEL SURESTE



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	PROVINCIA FISIOGRAFICA
	AURELIO CRUZ AMBROSIO
	FIG. 3

ESCALA 1: 4,000,000

TESIS 1983

3.- FISIOGRAFIA

3.1.- Fisiografía.

La Cuenca Salina forma parte de la " Planicie - Costera del Golfo " (M. Alvarez, 1949; Rafz, 1960), (López Ramos; 1983), la ubica dentro de la Subprovincia de las Cuencas Terciarias del Sureste de México, (Fig: 3). Sus relaciones con las provincias vecinas son las siguientes:

- Al Norte: Con el Golfo de México.
- Al Sur: Con la Subprovincia de la Sierra de Chiapas.
- Al Este: Con la República de Guatemala.
- Al Oeste: Cuenca de Veracruz.

La morfología está caracterizada por lomas de poca altura que tienden a ser planas hacia la línea de costa.

El relieve de esta provincia se podría clasificar como una penillanura; o sea, una etapa madura en donde los procesos de intemperismo y erosión al que ha estado sujeta la superficie ha dado como resultado las actuales formas casi planas. Entre los cerros que destacan por su altura son: Cerro Encantada, Cerro Manatí, Cerro Pelón y Cerro Jimbal que también sobresalen por que en ellos se pueden observar los mejores afloramientos de algunas formaciones.

3.2.- Hidrografía.

Los principales ríos que drenan el área son el -

Rfo Coatzacoalcos y el Rfo Tonalá; ambos desembocan en el Golfo de México. Generalmente ambos ríos y sus afluentes son de poca pendiente, dando lugar a las actuales formas meándricas y fluyendo los ríos lentamente. En la época de lluvias aumentan considerablemente sus caudales y se desbordan, formando pantanos y lagunas.

Como el más importante y caudaloso se considera el Rfo Coatzacoalcos con sus afluentes, Coseachapa, Uxpanapa y Chiquito, debido a que puede ser navegable por embarcaciones de alto calado. Como por ejemplo se podría citar el Rfo Chiquito, el cual es utilizado por la Compañía Azufrera (Cía. Exploradora del Istmo, S.A.) para enlazarse con el Rfo Coatzacoalcos y transportar mediante chalanes-terme, azufre en estado líquido hasta el puerto de Coatzacoalcos.

TABLA ESTRATIGRAFICA DEL ISTMO

QUATERNARIO	SERIE	PISO EUROPA	FORMACION
	RECIENTE		ALUVION
	PLEISTOCENO		Graves y Sierra Colorado
T E R C I A R I O	PLIOCENO	ASTIANO	
		PLAISANCIANO	Acapulcan
	MIOCENO	SUP. PONTIANO	Cedral
		VINDOBONIANO	Aguequesquite Poraje Solo
	MIOCENO	TORTONIANO	Filisola (MF) Concepción Sup-Inf. (MCS-MC)
		HELVETIANO	Enconito (ME)
	MIOCENO	INF. BURDIBALIANO	
		AQUITANIANO	Dapdello (MD)
	OLIGOCENO	SUP. CHATTIANO	
		MED. RUPELIANO	Coagl. Nanchital La Laja
	OLIGOCENO	INF. LATTORIANO	
		SUP. PRIABONIANO	Luffas Nanchital
	EOCENO	MED. LUTECIANO	
		INF. YPRISTIANO	
	PALEOCENO	LAMDENIANO	
MUSTATIANO		Coagl. Uzmanops	
CRETACICO	SUP. DANIANO	HAFFNYCHIANO	
		CAMPARIANO	Mendez
	MED. DANIANO	BERYONIANO	
		CONIACIANO	
	MED. DANIANO	TURONIANO	
		CEMOMANIANO	Sierra Madre
	MED. DANIANO	ALBIANO	
		APTIANO	
	INF. DANIANO	BARREMIANO	
		HAUTERVIANO	Chinomeca
INF. DANIANO	VALANGINIANO		
	BERRIASIANO		
JURASICO	SUP. DANIANO	TITONIANO	
		RIMMERIDIANO	
	MED. DANIANO	OXFORDIANO	
		CALUDVIANO	Lechos Rojos
	INF. DANIANO	BATHONIANO	
LIASICO			
TRIASICO			
PERMIANO			
PRE-PERMIANO			Basamento

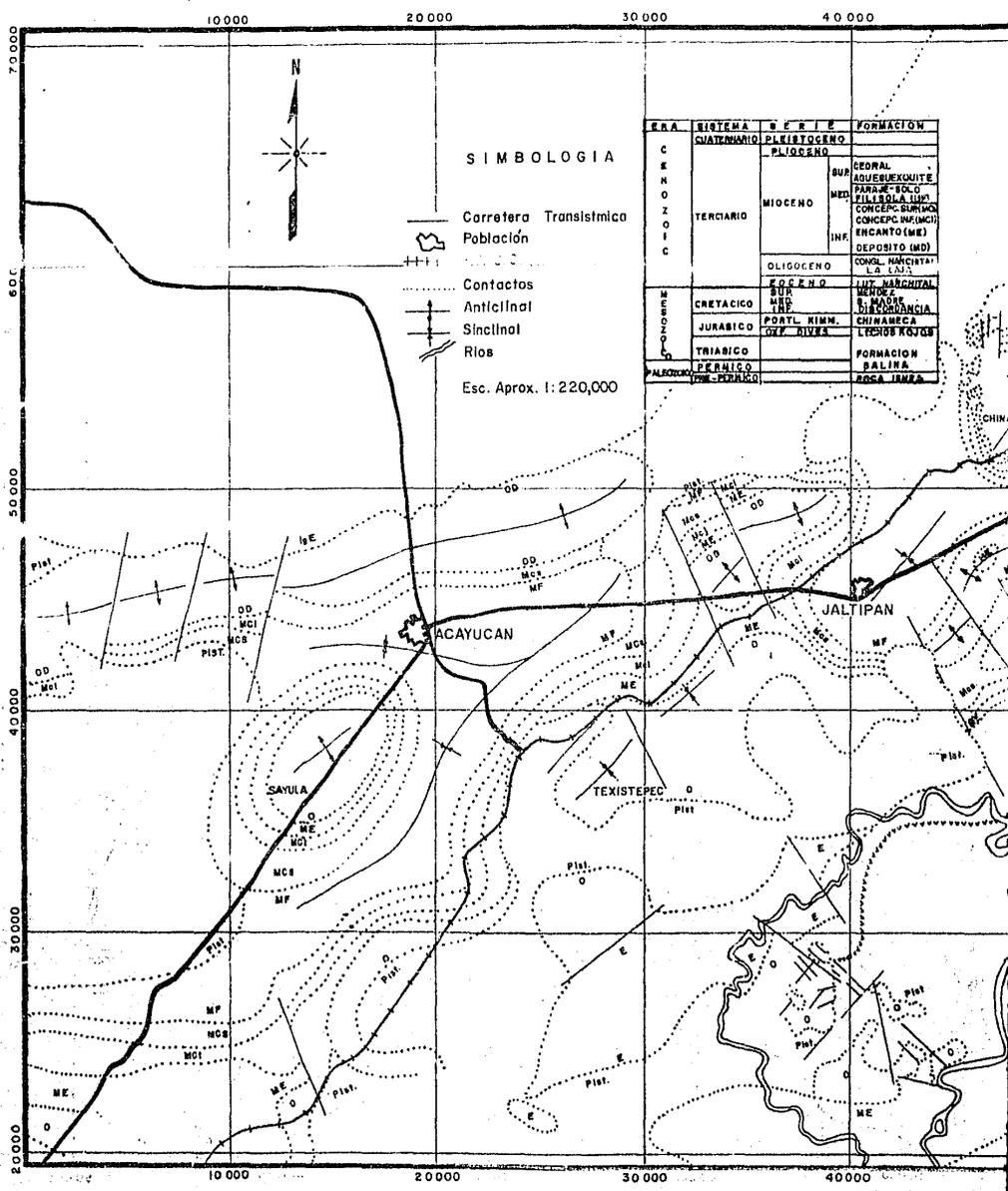
AUSENTE 

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

TABLA ESTRATIGRAFICA

TESIS PROFESIONAL
AURELIO CRUZ AMBROSIO

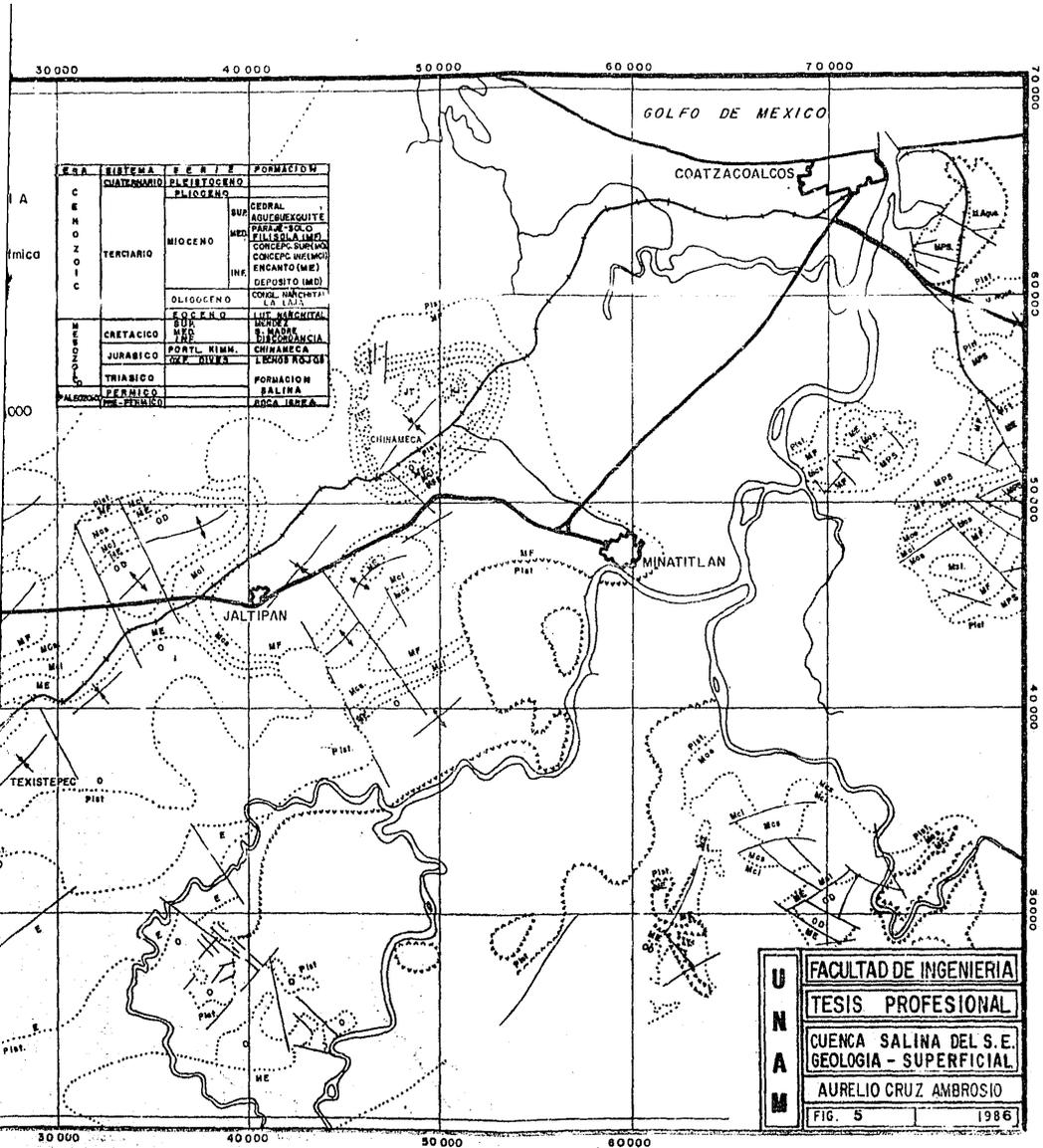
FIG. 4 1986.



SIMBOLOGIA

- Carretera Transistmica
 - Población
 - Contactos
 - Anticlinal
 - Sinclinal
 - Rios
- Esc. Aprox. 1: 220,000

ERA	SISTEMA	SERIE	FORMACION	
CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO		
		TERCIARIO	SUP.	GEORAL
			ME.	AGUENEKUITE
			INF.	PANAMUELO
			INF.	CONCEPC. SURIMCO
	INF.	ENCANTO (ME)		
	OLIGOCENO	SOLERA		
		CONG. MANCINTA LA UNDA		
		LIT. MARGINAL		
		MORZA		
MORZA				
MESOZOICO	CRETACICO	SUR.	MORZA	
	JURABICO	INF.	CHINAMECA	
	JURABICO	INF.	LEONOR ROSAS	
PALEOZOICO	TRIABICO	FORMACION		
	PERNICO	BALINA		
	PALEOZOICO	ROSA TRUFA		



ERA	SISTEMA	SERIE	FORMACION	
C E M O Z O I C	CUATERNARIO	PLEISTOCENO		
		PLIOGENO		
	TERCIARIO	MIOCENO	SUP.	CEDERAL GOUSSERQUITE PARA-SOLO
			MED.	ELISLA (MO) CONCEPC. (MO) ENCANTO (ME)
			INF.	DEPOSITO (MO)
		OLIGOCENO		COGOL. MINATITLAN (LA)
	M E S O Z O I C	CRETACICO	SUP. E.N.O.	LIT. SUBCRETAL E. MADRE
			MED.	EL MADERE EL MADERE
		JURASICO	PORTL. RIMM.	CHINAMECA
		TRIASICO	COG. NIVIA	EL MADERE (MO)
P A L E O Z O I C	PERMIANO		FORMACION SALINA	
	TRIASICO		ARCA LAPEA	

U
N
A
M

FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 CUENCA SALINA DEL S.E.
 GEOLOGIA - SUPERFICIAL
 AURELIO CRUZ AMBROSIO
 FIG. 5 1986

4.- GEOLOGIA.

4.1.- Estratigrafía.

En la Cuenca Salina se tienen depósitos que varían desde edad Triásica-Jurásica hasta el reciente; están representados por un cuerpo salino, sobre el cual se tiene un potente paquete de sedimentos terrígenos. Para su descripción se recurrió a la columna estratigráfica de la Cuenca del Istmo de E. López - Ramos, 1978. (Fig: 4).

En el área de trabajo, con base en datos de geología superficial de Pemex, (Fig: 5) se observa que la estructura del domo de Jáltipan está subyaciendo a un pequeño anticlinal, afectada por una serie de fallas paralelas que provoca que exista un desplazamiento de las formaciones.

En el núcleo del anticlinal aflora la Formación Depósito que equivale a la formación más antigua aflorante y que corresponde a la inmediata de la Formación Encanto; subiendo estratigráficamente se tiene la Formación Concepción Inferior, la cual ha sido desplazada en la parte oeste del anticlinal, y en la parte norte está en contacto con material reciente, mientras que al sur se encuentra en concordancia con la Formación Concepción Superior; por último se tiene la Formación Filisola que corresponde a la formación más joven aflorante.

Se tiene entonces que las formaciones aflorantes, definidas por geología superficial en el Domo de Jáltipan son:

Depósito Reciente

Formación Filisola

Formación Concepción Superior

Formación Concepción Inferior

Formación Encanto

Formación Depósito

4.1.1.- DEPOSITO SALINO.

Aunque este depósito no aflora en el área de estudio, se recurrió a su descripción debido a su importancia, en la formación de los casquetes de los domos salinos.

DEFINICION: Este depósito corresponde a una gran masa salina - constituida por el mineral Halita, de color blanco y transparente, la cual puede presentar hacia su cima un casquete o "Cap Rock"; éste se compone de su zona inferior a la superficie por: Anhidrita, yeso y caliza. Esta última es donde en ocasiones, se encuentra la mineralización de azufre.

EDAD: La edad del depósito salino ha sido referida al Prekimberlidiano; puede comprender parte del Jurásico Superior y alcanzar quizá al Triásico (Carlos Castillo T. 1951).

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: El depósito Salino guarda relación con todos los depósitos superiores ya que se comporta como un cuerpo intrusivo que atraviesa toda la secuencia. La sal tiene relación íntima con los lechos rojos; en el área de estudio y en diversas partes de la cuenca se han encontrado interstratificados; por tanto se piensa que el depósito de ambos fue contemporáneo.

ESPESOR: En el pozo petrolero Sal Samera que se perforó al sur del domo, en la ribera del Río Chiquito, cerca del poblado "La Lajilla", atravesaron la sal cortando un espesor de 3543 metros, encontrando la repetición de sedimentos terciarios que -

se habían identificado en la cima de la sal, (Oligoceno, Eocene).

4.1.2.- FORMACION DEPOSITO.

DEFINICION: Benavides (1956), describe a la formación como lutitas de color gris azulado, ligeramente arenosas, bien estratificadas, con intercalaciones de ceniza volcánica, cuyas capas varían de 30 cm. a 5 m., además, presenta intercaladas algunas capas delgadas de arenisca.

EDAD: Benavides la consideró del Oligoceno Superior; actualmente Pemex la considera como del Mioceno Inferior, en base a foraminíferos planctónicos encontrados.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: En el área de estudio corresponde a la formación más antigua aflorante y subyace concordantemente a la formación Encanto.

ESPESOR: El espesor máximo se considera del orden de 1000 metros. En las perforaciones de la porción de la Cuenca Salina, ese espesor se reduce considerablemente, al grado de variar -- desde unos cuantos metros a los 100 o 200 m., en los flancos de los domos salinos.

FOSILES: Como formas típicas que caracterizan a esta formación se tienen:

Rectuvigerina aff. striata (Schwager)

Rectuvigerina aff. basispinata (Cushman y Jarvis)

Gyroïdina cf. leavis (D'Orbigny)

Siphonina aff. tenuicarinata (Cushman)

Cibicides pseudogerianus (Cushman)

Lagena cf. aspera (Reuss)

Nodosarella paucistrata (Galloway y Murray)

Cibicides acknerianus (D'Orbigny)

Cyroidina altispina (Cushman y Stainforth)

Textularia aff. mexicana (Cushman)

Feraminíferos Planctónicos encontrados por Pemex:

Catapsydrax Stainforthi y Catapsydrax Dissimilis.

LOCALIDAD TIPO: Se encuentra casi siempre asociada con la Formación La Laja que aflora en el Río Uzpanapa a unos 60 Km., al SE de Coatzacoalcos, Ver., También se encuentra al Oeste de la Cuenca Salina en las regiones de Jáltipan, Acayucan y Achotal, Ver.

4.1.3.- FORMACION ENCANTO.

DEFINICION: La Formación Encanto fue descrita por 1ª vez por Gibson, B. Juan, (1936), diciendo que estaba compuesta por areniscas azules y cafés de grano fino y grueso con pizarras arcillosas y muy arenosas; en la actualidad la definición que más se acepta es la siguiente: Consiste principalmente de series alternadas de arenas, areniscas y grano fino y lutitas arenosas. Su color es variable, pero generalmente es gris azulado o gris amarillento. Ocasionalmente se encuentran, dentro de esta formación, algunos conglomerados. En otras, se presenta la Formación Encanto como una serie de estratos formados por arena de grano grueso y fino parcialmente cementada, ligeramente arcillosa, de color gris azulado o gris claro que con frecuencia contiene granos y cristales de ortoclasa además de los de cuarzo. A veces, la cementación es completa, se encuentran entonces capas de are

nisca dura, de color gris azulado cuando están húmedas, que varían en espesor entre 10 cm. a 1 m. Estas areniscas están interestratificadas con capas arcillosas duras, de fracturas concóidea, de 5 a 30 cm., de espesor.

EDAD: A esta formación se le atribuye al Mioceno Inferior.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Su contacto inferior queda definido de manera concordante con la Formación Depósito (Mioceno Inferior), el contacto superior es concordante con la Formación Concepción Inferior que queda bien marcada por su alto contenido de microfaua.

FOSILES: Las especies foraminíferas más importantes para determinar la cima de esta formación son:

Hopkinsina notapsida (Finlay)

Muigerina canariensis Var.

Encantonesis-Hopkinsina (Finlay)

Boliviana marginata (Cushman)

Boliviana cuadrilátera (Schwager)

Chilestemella mexicana (Nuttall)

Pseudoglandilina comatula (Cushman)

Nonion affine (Reuss)

Cibicides robertsonianus (Brady)

Karrieriella brady (Cushman)

Boliviana aff. costata (D'Orbigny)

Cibicides mundulus (Brady)

Glandilina laevigata Var. Suburnata fornasini

Textularia c.f. Haverii (D'Orbigny)

Otras especies comunes de foraminíferos que son encontrados en la Formación Encanto son las siguientes:

Martinottiella communis (D'Orbigny)

Haplephragmoides aff. subglobosus(Sars)

Vulvina pennatula(Ratsch)

Cibicides mantaensis(Galloway y Murrey)

Planulina aff. Muellersterfi(Schwager)

Karriella aff. baccata(Schwager)

Graudryna aff. baccata(Schwager)

Cibicides aff. lucidus(Reuss)

Eggerella brady(Cushman)

Ceratibulimina contraria(Reuss)

Sahenkiella cyclestomata(Galloway y Murrey)

Gyroïdina girardiana(Reuss)

Cibicides dutemplex(D'Orbigny)

Sphaeroidiana bulloides(D'Orbigny)

ESPESOR: Varía mucho según la localidad donde se le mida. Puede estimarse como cifras promedio las de 500 a 800 m. En algunos pozos se presenta con espesores reducidos como consecuencia del efecto intrusivo de la sal.

LOCALIDAD TIPO: Se ha definido en la cima del anticlinal Encante, dentro del municipio de Minatitlán, Ver., a unos 20 km., - al sureste de esta ciudad, cercana a la afluencia del Arroyo - Chichigapa al Rio Uzpanapa. Esta formación también se encuentra en Jáltipan, Chinameca y Ojapan.

4.1.4.- FORMACION CONCEPCION INFERIOR.

DEFINICION: Gibson, B. Juan (1936), fue el primero que describió la Formación Concepción Inferior, pero en la actualidad la descripción que más se acepta, es la siguiente: La Formación Concepción Inferior esta constituida principalmente por -

lutitas bien consolidadas, mal estratificadas de color gris, - azul claro y azul oscuro, micáceas, generalmente muy fosilíferas; contiene gasterópodos y pelecípodos junto con una gran variedad de foraminíferos. La parte superior es arenosa y semejante a la Concepción Superior basal; pero su contenido de arena va disminuyendo desde este contacto hacia la base, donde las lutitas son casi puras y muy micáceas. En algunas partes aparecen fracturas rellenas de yeso y también en algunas partes se intemperiza la forma muy característica dando la impresión de ser planos de estratificación.

EDAD: Conforme a su contenido faunístico, se le considera perteneciente al Mioceno Medio.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Sus contactos quedan bien definidos por su contenido faunístico y por su litología; es concordante tanto en la cima con la Formación Concepción Superior, - como en la base con la Formación Encanto.

ESPESOR: La potencia de la formación es muy variable; en sus afloramientos superficiales varía entre 200 y 400 m., según la localidad que se le considere.

FOSILES: Los fósiles característicos de la formación son los foraminíferos y la especie que tiene más valor es la Marginulina marginulinoide (Goes) y sus variedades Grabata y Tuberculata que definen la cima de la formación; otros foraminíferos importantes son:

Cibicides floridanus(Cushman)

Discepulvinulina cushman(Hofker)

Boliviana noviles(Hantken)

Boliviana plicatella(Cushman)

Saracenaria limbata(Flint)

Pseudocpavulina mexicana(Cushman)

Contiene además una rica fauna de moluscos.

Pleurotoma albina(Perry)

Pleurotoma certely(Rose)

Pleurotoma alesidata var. magna(Rose)

Fusus almagresis toulá además Natica canrena(Lina)

Conus agazzisi dell var. multigratus(Rose)

Conus spp.

Cancellaria dareina toulá var.

Solarium villarellae(Bose)

Peeten(Chalmya) Saeteresanus (Bose)

Amusium mortoni var. Scapharca aff. Filicata (Guppy)

Venus sp.

LOCALIDAD TIPO: Fue estudiada por primera vez en el área de Concepción (de donde toma su nombre), sobre el margen derecho del Río Uzpanapa, sobre el Arroyo Bolanco en el cruce con la carretera Nanchital-Meloacán.

También se encuentra al Este de Romero Rubio, Soledad, parte media de la Cuenca de Coahuila, Ixhuatlán, Juilo, - Minatitlán, Jáltipan, Chinameca, Moralar, Sayula, etc.

IMPORTANCIA ECONOMICA: Son rocas posiblemente generadoras de hidrocarburos.

4.1.5.- FORMACION CONCEPCION SUPERIOR.

DEFINICIÓN: En 1936 fue descrita por 1ª vez por Gibson, B. - Juan, pero en la actualidad la definición que más se acepta, es la siguiente: Consta principalmente de lutitas arenosas de color azul grisáceo, compactas, cuyos planos de estratificación no existen o están muy mal definidos. En ocasiones se presentan concreciones de arenisca de color pardo y amarillento, cementadas con material calcáreo. Algunas veces aparecen bancos de arenas arcillosas bien consolidadas, pero con mala estratificación y concreciones tabulares o lenticulares de arenisca azul.

EDAD: A esta formación se le considera del Mioceno Medio.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Su contacto superior es concordante con la Formación Filisela; así también lo es su contacto inferior con la Formación Concepción Inferior.

ESPESOR: Debido a que aparecen concreciones no sólo en la Formación Concepción Superior sino también en la base de la Formación Filisela, se dificulta determinar el contacto y por lo tanto su espesor. Se le ha estimado un espesor promedio entre 200 y 300 m.

FÓSILES: Los fósiles característicos son los siguientes:

Rohoia retaluta(Lamarck)

Cibicides filiselaensis(Nuttall)

Boliviana subaenariensis var. mexicana(Cushman)

Se pueden aunar un criterio para su identificación por la ausencia de la Marginulina marginulinoidea y sus variedades Grabata y Tuberculata.

LOCALIDAD TIPO: Al igual que la Concepción Superior, esta formación fue estudiada por 1ª vez en la región de Concepción, - Ver., a unos 24 km., al SE de Minatitlán, Ver. También se encuentra en Jáltipan, Filisela, Minatitlán, Chinameca, Achotal,

Cocenusco, Acayucan, Romero Rubio, parte media de la Cuenca de Coachapa, Juile, Ixhuatlán, etc.

IMPORTANCIA ECONOMICA: Es importante para la industria petrolera por que es productora de aceite.

4.1.6.- FORMACION FILISOLA.

DEFINICION: Los primeros en definir esta formación fue Gibson, B. Juan (1936) y Benavides (1956), pero actualmente la definición que más se acepta es la siguiente: Está constituida por gruesos espesores de arena, con grano fino a grueso, subangulosos, con alto contenido de cuarzo; se presentan intercalaciones muy delgadas de lutita gris claro y gris obscuro, en partes suaves y semiduras.

EDAD: Pertenece al Mioceno Medio.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Se encuentra en la cima de la Formación Concepción Superior; su contacto es concordante, aunque difícil de trazar exactamente por la transición gradual que existe entre ambas formaciones, Su contacto superior se encuentra discordante con sedimentos recientes.

ESPESOR: De 200 a 400 m.

FOSILES: No contiene fauna determinativa aunque pueden distinguirse los fósiles siguientes:

Megafósiles:

Ostrea sp.

Mactra

Solarium

Pleurotemia

LOCALIDAD TIPO: La localidad de donde toma su nombre es la de Filisola (SE de Coatzacoalcos, Ver.), aunque también se encuentra en Jáltipan, Acayucan, Cosoleacaque, Minatitlán, etc.

IMPORTANCIA ECONOMICA: Es importante para la industria vidriera porque a partir de esta formación explotan la sílice; también es utilizada en la industria siderúrgica, en la fabricación de los moldes de fundición.

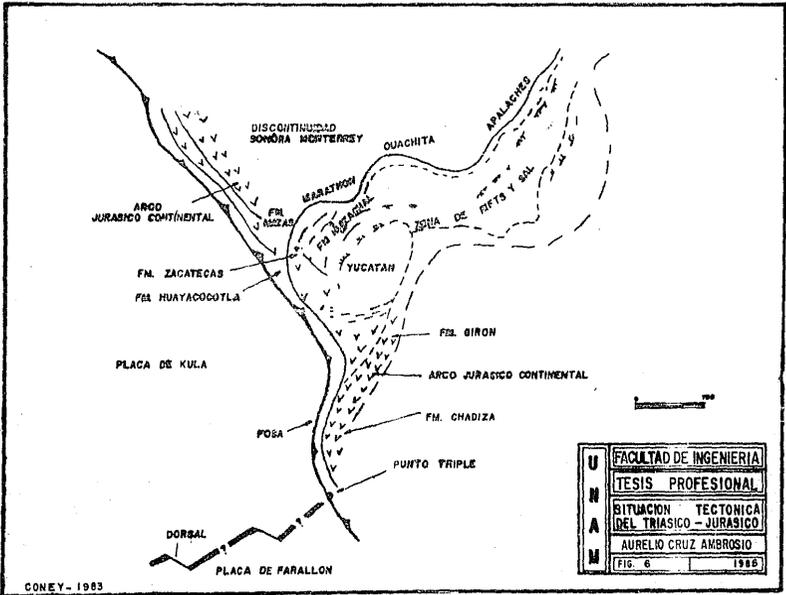
4.1.7.- DEPOSITOS RECIENTES:

DEFINICION: Carlos Castillo Tejero (1951), los define como sedimentos muy variables, presentandose desde clásticos de grano fino hasta gravas con aspecto estratificado. En muchas ocasiones aparece como arcilla de color gris azulado presentando a veces bolsas de arena dentro de los cuerpos arcillosos; otras veces se presenta como arenas de grano grueso mezcladas con gravas.

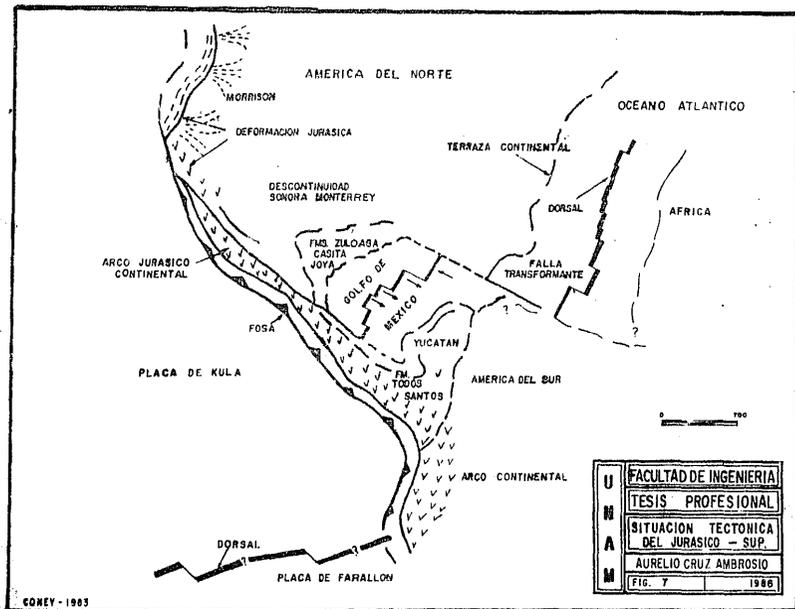
ESPESOR: Su espesor es muy variable a veces pasa de 200 m.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: No tiene ninguna estratificación concordante con los sedimentos más antiguos.

LOCALIDAD TIPO: Cubre una gran parte del territorio norte de la Cuenca Salina del SE de México.



CONEY - 1983



4.2.- Geología Histórica.

Triásico Tardío - Jurásico Temprano.

Durante el Pensilvánico-Pérmico, debido a la acreción de América del Norte con Africa-América del Sur originada por la Orogenia Apalachiana-Ouachita-Marathon, se produjeron tectógenos de aspecto " flysch ", depósitos de mar profundo, depósitos volcano-sedimentarios e intrusiones de tipo arco contra América del Norte.

A principios del Mesozoico en la región entre América del Norte con Africa-América del Sur se encontraba una zona de " rift ", incipiente. Debido a la separación de ambas, y como resultado de una mayor separación entraron aguas saladas - supuestamente desde el noreste (mar de Tethys), a lo largo de la zona de " rifts ", con depósitos de sal y otras evaporitas - mezcladas con materiales detríticos, hasta México, (Peter, J. Coney 1983),(Fig: 6).

Se piensa que esto fue lo que dio origen a la Cuenca Salina. La entrada de aguas hacia la cuenca debió estar controlada por medio de una estructura (barra ó macizo). Las condiciones alrededor de la cuenca y en la cuenca misma deben haber sido extremadamente áridas, de manera que la evaporación era mayor o igual que el flujo de aguas hacia la cuenca. Este mecanismo permitiría explicar la formación de depósitos de sal de grandes espesores y no se puede pensar en una cuenca completamente cerrada, ya que para eso necesitaría un volumen exagerado de agua, para obtener tan gran cantidad de sal.

En el Jurásico, debido a la acreción del Arco Sur Continental con la placa de América del Norte y América del Sur debe haberse levantado rápidamente toda la parte sur, formando una región alta de donde provienen todos los depósitos que actualmente forman las capas rojas (Formación Todos Santos), - los cuales son continentales.

La sal debe haberse formado contemporáneamente - con las capas rojas, como lo demuestra el hecho de encontrarse mezcladas; tomando el espesor y tamaño de los domos y el volumen de la sal que representan, debe haberse depositado un espesor considerable en gran parte de la cuenca.

Jurásico Tardío.

Durante el Jurásico Tardío, (Fig: 7), debido a la apertura del Golfo de México por un alargamiento intracontinental seguida por un corto tiempo de deformación permitió la entrada de aguas oceánicas dando las condiciones de depósito - subsecuente con la formación de la Caliza Chinameca, en mares someros. El Golfo de México terminó su apertura antes del Jurásico Tardío.

Cretácico.

Es probable que durante el Jurásico Superior, los sedimentos depositados en la Cuenca Salina, hayan sido plegados hasta formar una parte relativamente alta en la parte media de la cuenca, y si esto ocurrió así, la sal subió junto con los sedimentos y se mantuvo así durante todo el Cretácico Medio, ya -

que sedimentos de esta edad no existen en la parte media de la cuenca. Esto queda comprobado por el depósito discordante de los sedimentos Cretácico Superior sobre la Caliza Chinameca en la región de Cerro Pelón. Como resultado de este levantamiento debe haberse formado un geosinclinal que permitió el depósito de los sedimentos cretácicos (Formación Sierra Madre), que ahora afloran en el frente de la Sierra Madre (teóricamente - Geosinclinal Mexicano) (Castellón, Contreras 1961).

En el Cretácico Tardío, la Revolución Laramíca comenzó a plegar los sedimentos Cretácicos y la masa granítica y metamórfica del sur de la cuenca, debe haberse levantado y movido hacia el norte. Comenzaron a depositarse lutitas y areniscas del Cretácico Superior (Formación Méndez), profundizándose el geosinclinal y hundiéndose la Cuenca Salina en su totalidad.

Cenozoico.

El Paleoceno en el geosinclinal contiene cuerpos de conglomerados; (Conglomerado Ilzapanapa), marcándose con esto el final de la transgresión, durante el Oligoceno y la parte superior del Eoceno existió una profundización completa de la cuenca abriéndose totalmente hacia el Golfo de México.

A fines del Eoceno se depositan las lutitas Nanchital quizá, debido a que el mar era más extenso. En el Oligoceno Inferior deben haber subsistido las condiciones de sumersión, ya que por lo general se depositaron lutitas de la Formación La Laja. Pero el mar del Oligoceno Inferior debe haber sido un poco profundo, lo que se denota por el contenido de -

areniscas. En el Oligoceno Superior localmente debe haber habido un levantamiento bastante fuerte que dió lugar al depósito del Conglomerado Nanchital que debe haber sido resultado de la erosión de varias sierras de calizas, posiblemente del Cretácico Medio y de roca ígnea. A principios del Mioceno Inferior el mar debe haber sido menos profundo que durante el Oligoceno Superior, en su margen debió haber existido actividad volcánica proveniente posiblemente del Macizo de San Andrés Tuxtla. Esto lo sugieren los depósitos de ceniza volcánica intercaladas con lutitas de la Formación Depósito (Mioceno Inferior).

Los mares del Mioceno tendieron a ser menos profundos y por consecuencia la presencia de tierras positivas y con esto se deduce el gran aporte de sedimentos que justifican los grandes espesores de las formaciones Miocénicas: Encanto, Concepción Inferior, Concepción Superior. A fines del Mioceno hubo un retiro de los mares hacia el norte y se depositaron las Formaciones Filisela y Paraje Solo, compuestos por grandes espesores de arena. Un último levantamiento marca con discordancia, la depositación de las Formaciones Agueguexquite y Central sobre las anteriores formaciones.

La estructura de la Cuenca Salina del Sureste de México parece ser resultado de varios procesos entre los que se encuentran:

- 1).- La Orogenia Oachita-Marathon (Mesozoico Temprano)
- 2).- La Orogenia Laramídica (Cretácico Tardío)
- 3).- La Tectónica Salina (Eoceno Superior)

A fines del Eoceno se supone que empezó la Tectónica propia de la sal, es decir, debido a su peso específico menor que los sedimentos que lo sobreyacían en los sinclinales, se movió en un estado más o menos viscoso con diferentes interrupciones, hacia arriba. Posteriormente, debido al peso de sedimentos más recientes continuó migrando la sal hacia áreas de menor presión provocando los Domos Salinos.

El Domo de Jáltipan es una estructura formada por el diapirismo de la sal y en menor grado por fenómenos Tectónicos generales. En base a perforaciones cercanas al Domo de Jáltipan y a la geología superficial se determinó que el Oligoceno no está presente en el área, así mismo, en el contacto de la cima del casquete con roca sedimentaria, se propone la edad Mioceno; por tanto, se debe asumir que la relación Domo-Formación sedimentaria será discordante y que esta se deberá a erosión. Esto queda comprobado por la irregularidad del domo en su parte culminante y por la presencia de brechas de yeso y caliza en matriz arcillosa, así como la presencia de arena de calcita, que es producto del intemperismo de la caliza del cas

quete. No se puede pensar en no depósito, porque la sal estaría expuesta a erosión subacuosa o intemperismo y a los dos fenómenos es poco resistente.

Se sabe que los Domo Salinos, por su origen dan lugar a la formación de fallas y fracturas de las formaciones sedimentarias que penetran debido principalmente a dos causas:

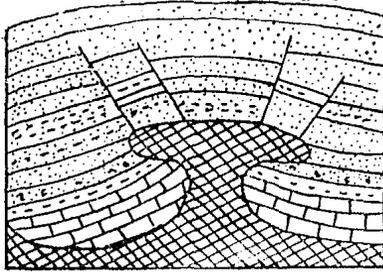
A).- La disminución del volumen de la sal al disolverse, por la acción de las aguas subterráneas mismas que provocan concentración de los residuos insolubles. Este fenómeno puede producir un colapso local de la cubierta sedimentaria del Domo.

B).- El diapirismo de la sal, que aunque aprovecha zonas de debilidad de las rocas superyacentes, no deja de actuar como intrusivo produciendo una fuerza de empuje, que a su vez genera una gran compresión sobre las capas sedimentarias y que en ocasiones llega a fracturarla.

La presencia de estas fallas en el Domo de Jáltipan, se ha detectado por Geología Superficial, (Petróleos Mexicanos): sin embargo, la Geología del Subsuelo sólo ha mostrado evidencias de las mismas, por la presencia de milonitas o relieves planchados. Se sabe que, salvo casos muy notables, las fallas dentro del casquete son difíciles de determinar porque siendo el casquete y sus minerales de un origen físico-químico, no obedecen a las leyes de Estratigrafía y su correlación como unidades litológicas y mineralógicas, es muy compleja y arbitraria.

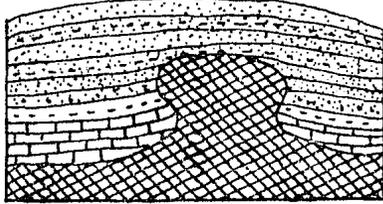
Per fotografías aéreas se pueden reconocer las fallas, mediante formas topográficas predominantes; estas forman lineaciones anormales de lomeríos, zanjas que cortan terrenos de diferentes materiales, desniveles topográficos uniformes y fracturas que son aprovechadas por corrientes de agua.

RECIENTE



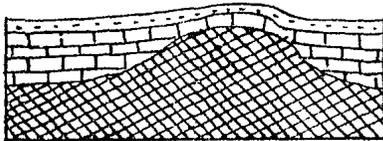
CEDRAL - AGUEGUEXQUITE

TERCIARIO-MIOCENO



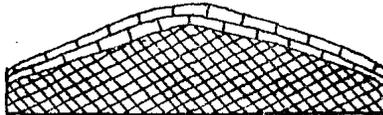
PARAJE SOLO
 FILISOLA
 C. SUPERIOR
 C. INFERIOR
 ENCANTO
 DEPOSITO
 CONOLONERADO

CRZ - BUR



LUTITAS MENDEZ

CRZ - INF



CZ. SIERRA MADRE
 CZ. CHINAMECA

JUS - SUP



FOR TODOS SANTOS

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	LA SAL EN SU PROCESO EVOLUTIVO	
	AURELIO CRUZ AMBROSIO	
	FIG. 8	1986

5.- ORIGEN DE LOS DOMOS SALINOS.

5.1.- Mecánica de Formación del Domo.

Los estudios realizados por diversos autores han concluido que la sal es de origen sedimentario. La concentración de este material proviene de la evaporación de agua de mar, en épocas en las que existieron condiciones climáticas favorables, que permitieron el depósito de considerables espesores de evaporitas en cuencas sedimentarias de poca profundidad, que sufrían continuos hundimientos en aguas marinas.

Existen varias teorías acerca de la formación de los domos salinos; sin embargo, en la actualidad sólo queda la teoría del flujo plástico, como la más aceptada, (En la Fig. 9 se muestra la evolución de la sal). Esta teoría supone que teniendo depositados grandes espesores de sal, originalmente horizontales, y posteriormente debido a movimientos orogénicos regionales, se originaron plegamientos y movimientos de sal. Posteriormente, debido a los sedimentos más recientes, al bajo peso específico de la sal y sus condiciones de fluidez, se produjo un movimiento ascendente dismil, acorde a la variación de espesores superyacentes. La sal debió haber fluido por los lugares de mayor debilidad, plegando en primer término las rocas que la cubren para formar verdaderos anticlinales salinos o bien rompiéndolas para formar las estructuras dómicas; al ascender la sal, produjo fallamientos, arrastre de sedimentos y disolución de sal por aguas circulantes.

Un Domo Salino se ha definido como un cuerpo vertical de sal, o bien ligeramente elíptico. En México no se aplica bien esta definición, ya que son muy pocas las estructuras que se apegan a esta definición, por lo cual se ha adoptado el nombre genérico de "Estructuras Salinas". Estas Estructuras Salinas, son cuerpos verticales de sal que adquieren una forma de hongo; mientras que los Domos Salinos de E.U. son cuerpos de sal con paredes casi verticales. La casi total ausencia de verdaderos domos en la cuenca, quizá se deba que durante los periodos subsecuentes a la depositación de la sal no se hayan depositado espesores potentes de sedimento que por su peso hubieran ejercido mayor presión sobre la sal, provocando con ello las rupturas correspondientes para formar los domos salinos.

Existen otros factores que intervienen en el movimiento ascendente de la sal y que probablemente no fueron los ideales para la formación de verdaderos domos y son los siguientes:

- 1.- Resistencia a la viscosidad de la sal.
- 2.- Composición, carácter y espesor de la capa original.
- 3.- Resistencia a la fractura de las rocas que la cubren.
- 4.- Contenido de agua en las capas de sal y en las rocas adyacentes.

Para la formación de estos enormes cuerpos de sal se requieren grandes vasos de evaporación, los cuales son alimentados continua e intermitentemente por las aguas de los océanos de donde posteriormente son depositadas las sales en solución, que consisten en cloruros, sulfatos y carbonatos - los que se depositan en orden inverso a su solubilidad y directo a su concentración.

Pettijohn (1957), dice que de una columna de 300 metros de agua de mar que es evaporada; se obtienen 5 metros de sal precipitada, de los cuales 3.86 metros son sales de cloruro de sodio, 0.14 metros son de sulfato de calcio y 1.0 metros de sales de potasio y magnesio.

Si se consideran los enormes espesores que se llegaron a encontrar, del orden de 3000 metros ó más (Pozo Sal Somera de Pemex), es fácil calcular que se requeriría una cuenca con profundidad del orden de los 180 kilómetros ó más, esto claro está, no es posible que haya sucedido en el pasado geológico y tiene su explicación porque la sal fue depositada en vasos cercanos al mar de donde se alimentaba en los períodos transgresivos de éste.

Además, hay que considerar el movimiento plástico de la sal, condición que le permitió ser inyectada posteriormente en los lugares favorables.

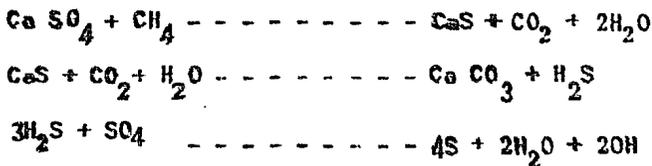
5.2.- Origen del Casquete y del Azufre.

El casquete de los Domos Salinos normalmente está representado por anhídrita, el cual algunas veces se altera para dar lugar al yeso, caliza y azufre. Casi por lo general es muy difícil poder encontrar la caliza y cuando se encuentra es aún más difícil poder encontrar el azufre.

Se han publicado numerosos trabajos acerca del origen del casquete de los Domos Salinos (Cap-Rock), entre los que sobresalen los de Ralph E. Taylor, Hanna, Goldman y

W. Feely J. Laurence Kulp, en los cuales se demuestra que la acumulación residual de la anhidrita contenida en la sal, motivó la formación de un casquete sobre la masa salina de ese sulfato insoluble. Se considera a la anhidrita un mineral primario, mientras que el yeso, caliza y el azufre son minerales secundarios. Este fenómeno se presenta cuando el Domo Salino se forma, atraviesa sedimentos y se pone en contacto con acuíferos que disuelven la sal; de esta manera quedan los cristales de anhidrita como residuo. Estos son compactados y recristalizados para formar el casquete de anhidrita masiva y que, hidratada, dá lugar al yeso.

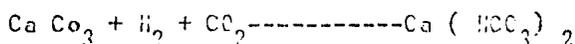
Experimentos realizados en laboratorio, han demostrado que la anhidrita se reduce en presencia de los hidrocarburos, cuya existencia se ha comprobado en los casquetes; de esta manera se forman la caliza y el azufre, según las reacciones que a continuación se describen:



Para que estas reacciones ocurran y se logre acumular azufre en las cantidades que se conoce, es necesario disponer de altas temperaturas, de unos 600 a 700° C, aproximadamente.

Para satisfacer este requerimiento, se ha demostrado que bacterias anaeróbicas transforman hidrocarburos, como fuente de energía; el azufre es empleado en lugar de oxígeno como captador de hidrógeno. Los productos finales son ácido sulfhídrico.

drico y calcita. El H_2S reacciona más lentamente con el ión - sulfato, produciéndose azufre elemental y agua. El azufre disuelto con agua saturada con H_2S , se transforma en polisulfuro y puede precipitarse posteriormente, como azufre cristalino. También se ha observado que el CO_2 , redissuelve parte de la calcita, produciendo cavernas en el casquete.



La ausencia de azufre en casquete calcáreos posiblemente se deba a escape de H_2S , reaccionando en ocasiones - con fierro por ejemplo. Por lo que es común encontrar pirita y marcasita en la caliza.

Este proceso ha sido comprobado con la Química - Nuclear, estudiando los cuatro isótopos estables del azufre, - pero preferentemente la relación $32S/34S$, en anhidrita de la - sal del casquete y en el azufre elemental de los depósitos.

Igual estudio se hizo con los isótopos de car- - bón, tanto del casquete, como de los hidrocarburos de la Costa del Golfo y comparándolas con la relación C^{12}/C^{13} de la caliza sedimentaria, obteniéndose una conclusión determinante.

Por lo que se ha explicado la hipótesis del origen biogénico de los depósitos azufrosos, es la que actualmente se acepta.

Es importante hacer notar que los casquetes calcáreos con azufre, se han encontrado en la cuenca, prácticamente desde la superficie (Jáltipan, Texistepec, Petapa, Coaxapa, etc.)

Ulrich Otto (1958), dice que la única condición que puede tomarse como indicio de la ausencia de casquete cal_ cáreo es, la presencia del suelo laterítico " Almagre ", en la parte superior de una estructura Salina, ya que aparentemente proviene de la intemperización de un casquete de yeso o anhidrita.

6.- INTERPRETACION.

A continuación se describen los principales rasgos de las secciones elaboradas en el Domo de Jáltipan, ellas comprenden un total de 12 secciones en donde su diferente orientación da idea de las características del subsuelo y permite de una manera objetiva analizar las posibilidades de mineralización en el área de estudio (Fig: 9 y 10).

6.1.- Interpretación de secciones en áreas conocidas.

Para mostrar la manera como se presenta la mineralización en el Domo de Jáltipan, se construyeron dos secciones en áreas donde actualmente están en explotación. Estas se denominaron A-A' y B-B', que atraviesan al domo parcialmente - en forma transversal.

Sección A-A'

Tiene una orientación NW-SE y con una extensión de 3580 m, estando integrada por 17 pozos (los cuales son: - 45-54, 45-9, 45-17A, 45-45A, 35-4, 36-8A, 36-13A, 35-13, 36-24, 37-36A, J1-116, J1-119, J1-121, J5-124, J5-137A, J5-151, y 1A) De estos, solamente 10 lograron alcanzar la sal.

En esta sección se puede observar como los pozos comienzan atravesando un paquete de lutitas sedimentaria de -

espesor variable. El menor espesor lógicamente se presenta en la cima del domo y a medida que se aleja de éste, va aumentando hasta llegar al límite del domo, donde el flanco se torna casi vertical e indefinido el espesor de lutita.

Subyaciendo a ésta, se encuentra el domo propiamente dicho, el cual comienza normalmente de su cima a su base por un paquete de calizas, seguida de un espesor de yesos y anhidritas; y por último se tiene a la sal, que representa la base del casquete.

En el casquete de calizas algunas veces se pueden observar dos horizontes: 1).- Horizonte estéril y 2).- Horizonte mineralizado. Aunque no necesariamente pueden estar los dos; e inclusive pueden estar ausentes los dos horizontes.

1).- Horizonte estéril.- Litológicamente está constituido por una caliza de color gris a gris oscuro, fracturada que en ocasiones se presenta arcillosa, alternando con lutita calcárea muy compacta de color negro y en la mayor parte contaminada por aceite; en algunas partes esta caliza ha estado expuesta a intemperismo o alteración subacuosa, dando lugar a una roca que se denomina arena de calcita. Esta zona puede no existir como lo indican los pozos 45-9, y 45-17A, donde se llega directamente a la caliza mineralizada.

2).- Horizonte mineralizado.- Posteriormente de la caliza estéril se tiene el horizonte mineralizado, en donde el azufre normalmente se presenta en caliza fracturada, brecha intraformacional (que por costumbre se le llama brecha de solución), y caliza bandeada, -

encontrándose en fracturas, espacios porosos y diseminado en caliza. Aquí también se encuentra algunas veces aceite contaminando al azufre.

El espesor de caliza mineralizado algunas veces se ramifica formando dos o tres horizontes como se podrá observar en la sección. El espesor de casquete calcáreo es variable alcanzando un máximo de 50 m. en la sección.

Hacia la base de la caliza mineralizada se tiene el yeso y la anhidrita. El yeso se presenta de color blanco a gris marmolado y la anhidrita de color gris claro a oscuro, compacta. En la sección este paquete alcanza un máximo de 65m.

Por último se encuentra la sal que varía de color negro a gris, brillo vítreo en parte clara y algunas veces alternando con algunas bandas de anhidrita.

Sección B-B'

Esta sección tiene mucha similitud con la sección A-A', presenta la misma orientación NW-SE y tiene una extensión aproximada de 2878 m., está integrada por 13 pozos (los cuales son: 34-28A, 35-H, 26-I, 26-L, 26-M, 21-A, 21-9, 21-14, 22-30A, 22-105, 13-2). De estos solamente cuatro pozos llegaron a la sal.

Se puede observar como la mineralización y el casquete se va reduciendo hacia el flanco NW de la sección; en la parte central, el casquete casi desaparece y esto lo ates-

sigua el pozo 34-33A, donde casi se llega directamente a la sal, encontrando solamente algunos horizontes de brecha de lutita con yeso y almagre.

En el flanco 32, el casquete se encuentra bien definido, pudiendo observar la secuencia normal.

Hacia su cima comienza con una caliza estéril - de color gris a pardo, porosa y con algunas impregnaciones de aceite, este espesor llevo a alcanzar hasta 35 metros, posteriormente le subyace la caliza mineralizada, que corresponde a una caliza también de color gris a pardo, porosa y con altos valores de azufre, este horizonte mineralizado llevo a alcanzar hasta 32 metros de espesor; en seguida se encuentra el yeso o anhídrita en donde sus colores varían de blanco, gris - hasta negro. También se puede observar como algunos lentes de caliza mineralizada se encuentran dentro del yeso o anhídrita.

El espesor promedio de este horizonte fue de 75 metros, y finalmente se llevo a la sal.

2.2.- Interpretación de las secciones del área de estudio.

En el área de estudio se construyeron 10 secciones, estando compuestas por pozos perforados por la Compañía Exploradora del Istmo, S.A., con excepción de la sección C-C' que corresponde a pozos perforados por la Compañía Azufreña - Panamericana, S.A.

Sección C-C'

Esta sección se encuentra en la parte central del domo, tiene una orientación NE-SE y una longitud aproximada de 2640 metros está integrada por siete pozos (los cuales son: 51-Q, 42-R, 23-A, 23-K, 23-SO, y 18-L) Todos estos pozos alcanzaron la sal.

Se puede apreciar como el casquete está compuesto en su mayor parte por yeso blanco, alternando con brecha de lutita gris verde con abundante almagre y con horizontes de yeso, hacia la cima del casquete, en los pozos 23-4 y 23-K, se encontraron pequeños horizontes de caliza, mientras que en el pozo 42-R, solamente se encontraron fragmentos de caliza gris y dentro del yeso se presentaron algunas muestras de azufre.

Sección D-D'

La sección D-D' se encuentra también en la parte central del domo y tiene una orientación N-S; está integrada por siete pozos denominados Chalcumulco (3, 1) y Palmariillo (3,2, 1,8 y 9), aproximadamente tiene una longitud de 3740 metros.

Esta sección litológicamente está compuesta por lutita gris y roja, encontrándose escasamente el yeso. No se presenta bien definido el casquete, teniendo solamente una pg

queña cresta de yeso hacia la cima de la sal y un lente del mismo, flotando en lutita roja.

La parte N de la sección, en el pozo Chalcumulco 3 se encontraron pequeños horizontes de yeso en lutita roja. En el pozo Palmarillo 3 se llega directamente a la sal, - atravesando únicamente lutita gris, roja y negra.

Sección E-E'

Esta sección está integrada por cinco pozos Chagota 4 y Palmarillo (4, 5, 8 y 9). Tiene una longitud aproximada de 3080 metros, todos ellos alcanzaron la sal.

Al igual que en las dos últimas secciones anteriores, el almagre sigue predominando. El casquete compuesto por yeso o anhídrita casi desaparece, teniendo sólo pequeños horizontes de yeso o anhídrita separados por horizontes de lutita gris y roja.

La cresta de yeso o anhídrita sigue persistiendo en esta sección con las mismas condiciones.

Sección F-F'

Se encuentra hacia la porción NW del domo con una orientación NW-SE y una longitud de 3520 metros. Está integrada únicamente por cuatro pozos, los cuales son Chagota 1 y Palmarillo (7, 10 y 11).

En esta sección el pozo Chagota 1 marca una gran diferencia con el pozo Chagota 4 de la sección E-E' con respecto a la cima de la sal, lo cual hace pensar que existe una falla entre ambos pozos; pero también existe la posibilidad de estar en un error en la interpretación de la cima de la sal del pozo Chagota 1, porque en su descripción lo único que se menciona es lutita con cristales de sal, sin haberla alcanzado completamente. Hacia la parte central de la sección, litológicamente está compuesta hacia la cima por lutita gris, roja y posteriormente horizontes de yeso o anhidrita alternando con lutita y hacia la base del yeso o anhidrita se encuentra también lutita roja o gris que se encuentra en contacto con la sal.

Sección G-G'

La sección G-G' se encuentra en la parte SW del domo con una orientación E-W con una longitud aproximada de 2340 metros, estando integrada por cuatro pozos los cuales son Zacatal (3, 1 y 4) y Palmarillo (12).

En esta sección aparecen los primeros cambios como son la disminución de la cantidad de almagre y la presencia de un casquete mejor definido. Todos los pozos alcanzaron a cortar la sal; hacia la parte oeste de la sección, los pozos Zacatal (1, 3 y 4), litológicamente comienzan con una lutita gris y posteriormente verde con algunas partes rojas, seguida

de yeso gris alternando con anhidrita blanca, de espesor máximo de 53 metros, y alcanzando finalmente la sal.

En el pozo Zacatal 1, entre la sal y el yeso anhidrita, se encontró un pequeño horizonte de 6 metros, de espesor de arenisca roja, mostrando un poco de aceite y gas, seguida de una lutita gris obscura arenosa de 23 metros de espesor.

Hacia la parte este, en el pozo Palmarillo (12) se logró encontrar el casquete, sólo encontrando hacia la parte alta, lutita gris con muestras de anhidrita y yeso seguida de lutita roja también con muestras de anhidrita y por último la sal.

Secciones: H-H', I-I', J-J', K-K', L-L'

Todas estas secciones se encuentran al SW del domo; tienen una orientación E-W y están integradas por los pozos San Pedro como abajo se indica:

Sección H-H': por los pozos (83,84,85 y 86)

Sección I-I': por los pozos (71,82,68,74,56,62-A,3 y 23)

Sección J-J': por los pozos (70,79,58,10 y 25)

Sección K-K': por los pozos (75,77,6,5,11, y 26)

Sección L-L': por los pozos (80,73,78,72,63,8,61,7-A, y 88)

En el área San Pedro es donde se presenta un casquete más bien definido que en las secciones anteriores.

En la sección II-II' se puede apreciar un casquete bien definido, integrado en su mayor parte por yeso o anhídrita, encontrando algunos lentes de lutita y lutita con almagre.

Las secciones I-I' y J-J', también presentan un casquete definido de anhídrita; sólo encontrando en la sección I-I', hacia su cima un casquete flotando en lutita con almagre, mientras que en la sección J-J' en los pozos 10 y 25 se presentan las primeras trazas de caliza con azufre.

Las secciones K-K' y L-L', presentan las mismas condiciones que las secciones anteriores, sólo encontrando en la sección L-L', en los pozos 70 y 72 un espesor de 5 metros de caliza con azufre.

CONCLUSIONES.

1).- Estratigráficas.

- La sal se considera de origen sedimentario, resultado de la evaporación de agua de mar y de una edad Triásica-Jurásica.
- La Formación Almagres es de origen continental y debió haberse formado contemporáneamente con la sal, esto lo demuestra por el hecho de encontrarse mezcladas.

2).- Tectónicas.

- El origen principal de la Cuenca Salina se le atribuye a la Revolución Apalachiana.
- En el Jurásico Tardío se formó el Golfo de México debido a un alargamiento intracontinental seguido de una deformación oceánica, dando las condiciones de depósito subsecuente.
- Durante la Revolución Laramídica, la cuenca se hundió, depositándose los sedimentos Cretácicos y del Eoceno que provocaron con su peso el ascenso diferencial de la masa salina y consecuentemente la formación de Estructuras Salinas.
- Las fallas y fracturas en el domo se formaron por la disminución del volumen de la sal al disolverse por la acción de aguas subterráneas y concentrarse los residuos insolubles y también por el diapirismo de la sal, al buscar áreas de menor presión produciendo una fuerza de empuje sobre la roca que la sobreyace, llegando a fracturarla.

3).- Del origen de los Domos Salinos, Casquete y Azufre.

- Origen de los Domos Salinos.- Teniendo depositados grandes espesores de sal y posteriormente debido al peso de sedimentos más recientes y a movimientos tectónicos, hizo que la sal subiera a áreas de menor presión debido a su bajo peso específico provocando así altos salinos conocidos como Domos Salinos.
- Origen del Casquete.- El casquete de los Domos Salinos es resultado de la acumulación residual de la anhidrita contenida en la sal, considerando a la anhidrita de carácter primario, mientras que el yeso, caliza y el azufre de carácter secundario.
- Origen del Azufre.- En base a diversos estudios, la hipótesis que más se acepta es la del Origen Biogénico.

4).- Análisis de Secciones.

De acuerdo al estudio se puede concluir que la ausencia de mineralización y de casquete calcáreo en la parte Oeste, se debe a la presencia del almagre en la parte superior del domo, lo cual al parecer evita que se forme un casquete. Estas condiciones son muy similares a las que se presentan en Almagres y Medias Aguas, Ver.

Hacia la parte SW, en el área San Pedro es donde se presentaron las mayores posibilidades de poder encontrar mineralización debido a que se encuentra un casquete de espesor considerable constituido de yeso y anhidrita -

bien definido, pero sin lograr encontrar un casquete calcáreo, el cual es indispensable para poder encontrar mineralización.

Aunque quedan espacios muy extensos sin perforar en el domo, se puede concluir que las posibilidades de encontrar mineralización son mínimas y en caso de encontrarla sería en pequeños lentes, los cuales no serían económicos de explotar.

BIBLIOGRAFIA.

- Kungsberg Ulrich 1950 Estudio preliminar del origen del sufre de Cap-Rock de los domos salinos de la Cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec, Tesis Profesional U.N.A.M.
- H. Contreras U. y H. Castillón S. 1960 Morfología y Origen de los domos salinos del Istmo de Tehuantepec Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. VII.
- Carlos Castillo Tejero 1951 Bosquejo Estratigráfico de la Cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.
- E. López Ramos 1983 Geología de México. Tomo III (Edición escolar)
- Michel T. Halbouty 1967 " Salt Domes " (Gulf Region, United States, México) Gulf Publishing Co. Houston, Texas.

- Peter J. Concy 1983 Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe. Revista Instituto Mexicano del Petroleo.
- Sergio Ramirez G. 1985 Posibilidades Azufrenas de la Cuenca Salina del Sureste de México. Informe inedito de la Comisión de Fomento Minero.
- Castillón Bracho M. 1965 Domo de Jáltipan-Estudio de reservas. Informe inedito de la Comisión de Fomento Minero.
- Rubén Pavón II. 1964 El azufre mexicano, su exploración y explotación en el Istmo de Tehuantepec. Boletín de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, Vol. Núm. 29
- Jerónimo M. Ronquillo 1979 Proyecto de exploración y explotación por Salmuera en el Domo de Jáltipan, Estado de Veracruz. Tesis Profesional I.P.M.

Alfonso Pérez F.

1982

Interpretación Geológica para la proposición de localizaciones de desarrollo en campos petroleros del distrito de Agua Dulce, Ver. Tesis Profesional, U.N.A.M.

Amado Martín T.

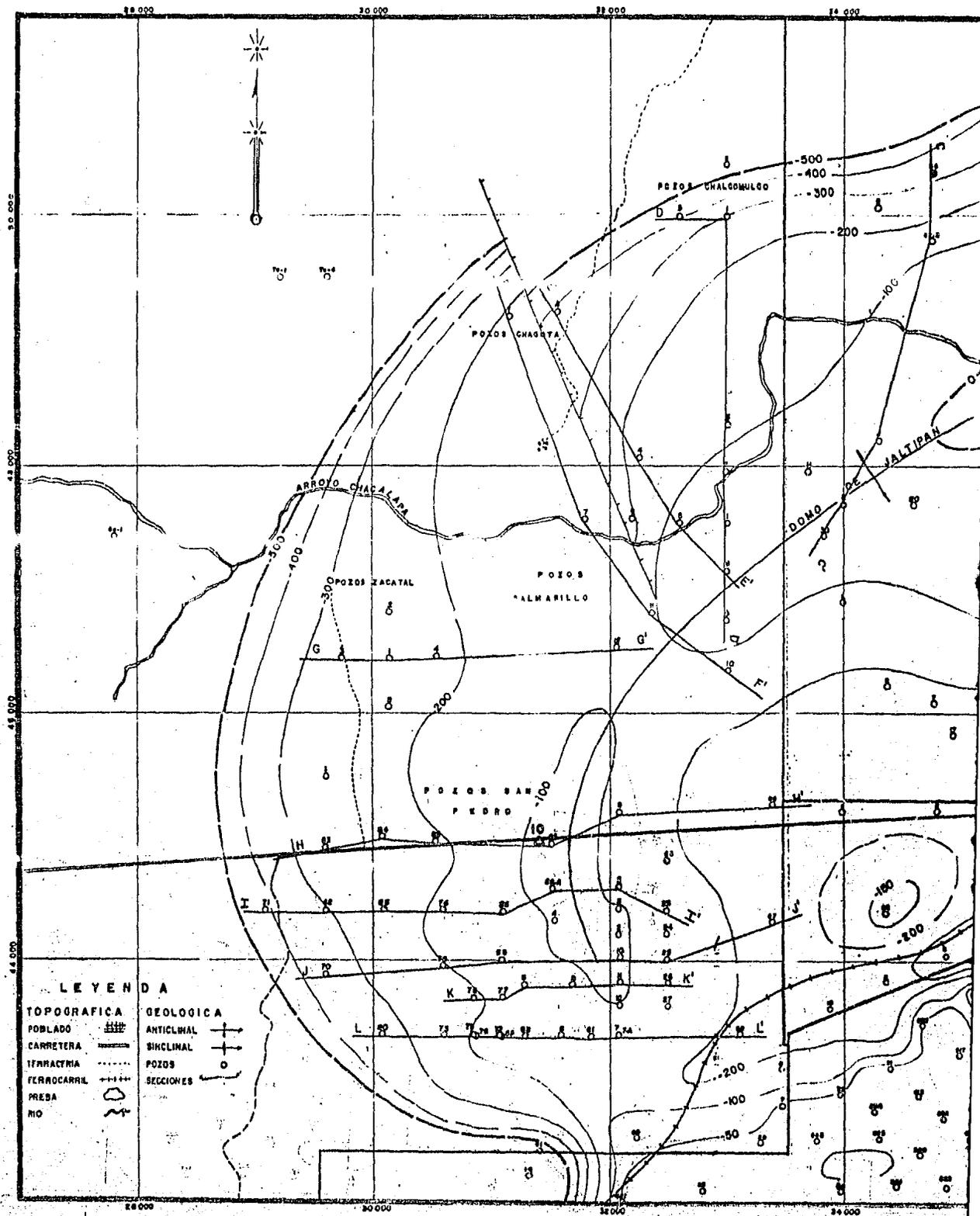
1984

Posibilidades petroleras de los sedimentos Cretácicos en el Distrito el Plan, Ver. Tesis Profesional I.P.N.

Nicolas Herrera A.

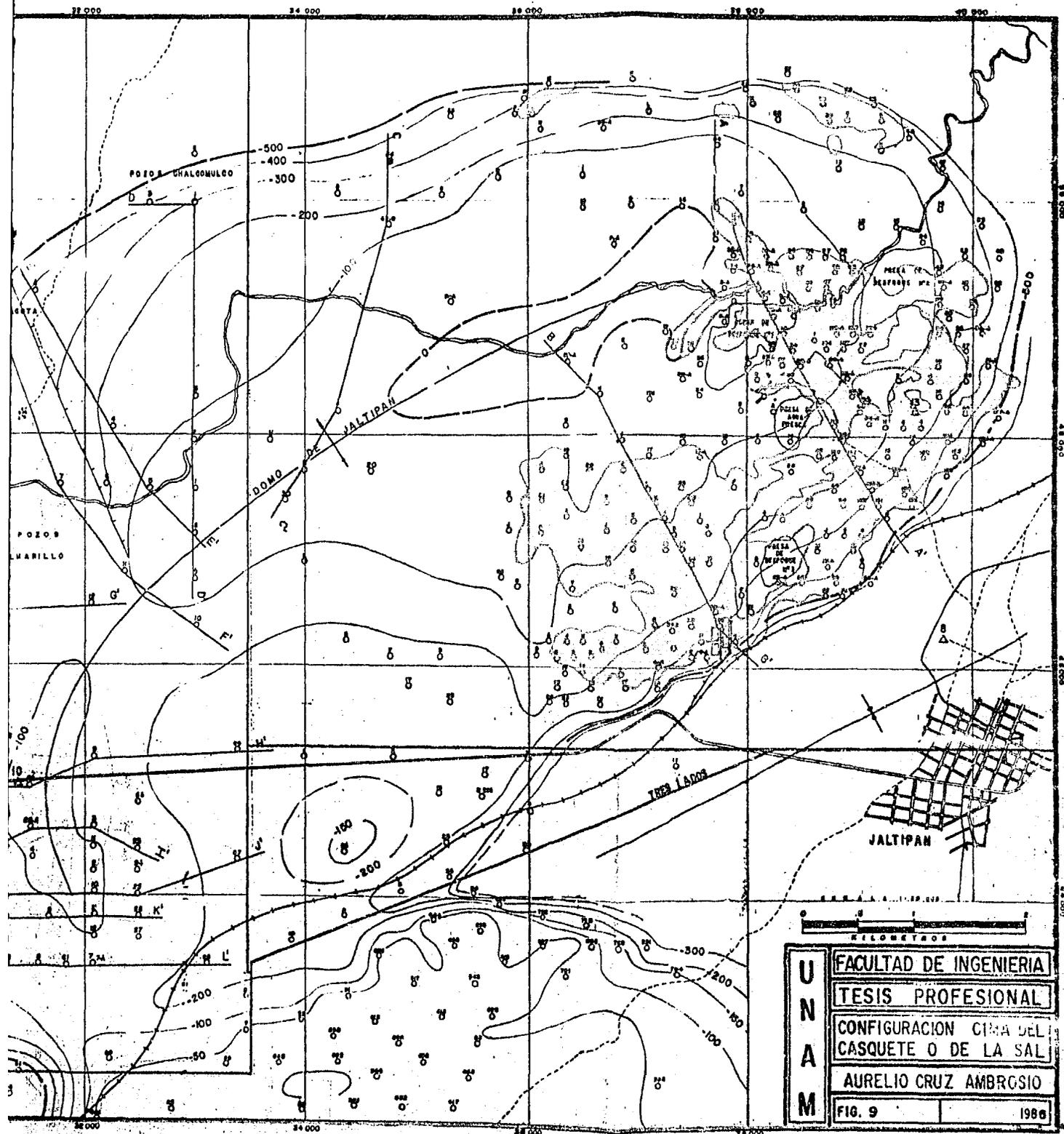
1984

Estudio Geológico-Económico del Pomo Salino de Jáltipan, Ver. Tesis Profesional I.P.N.



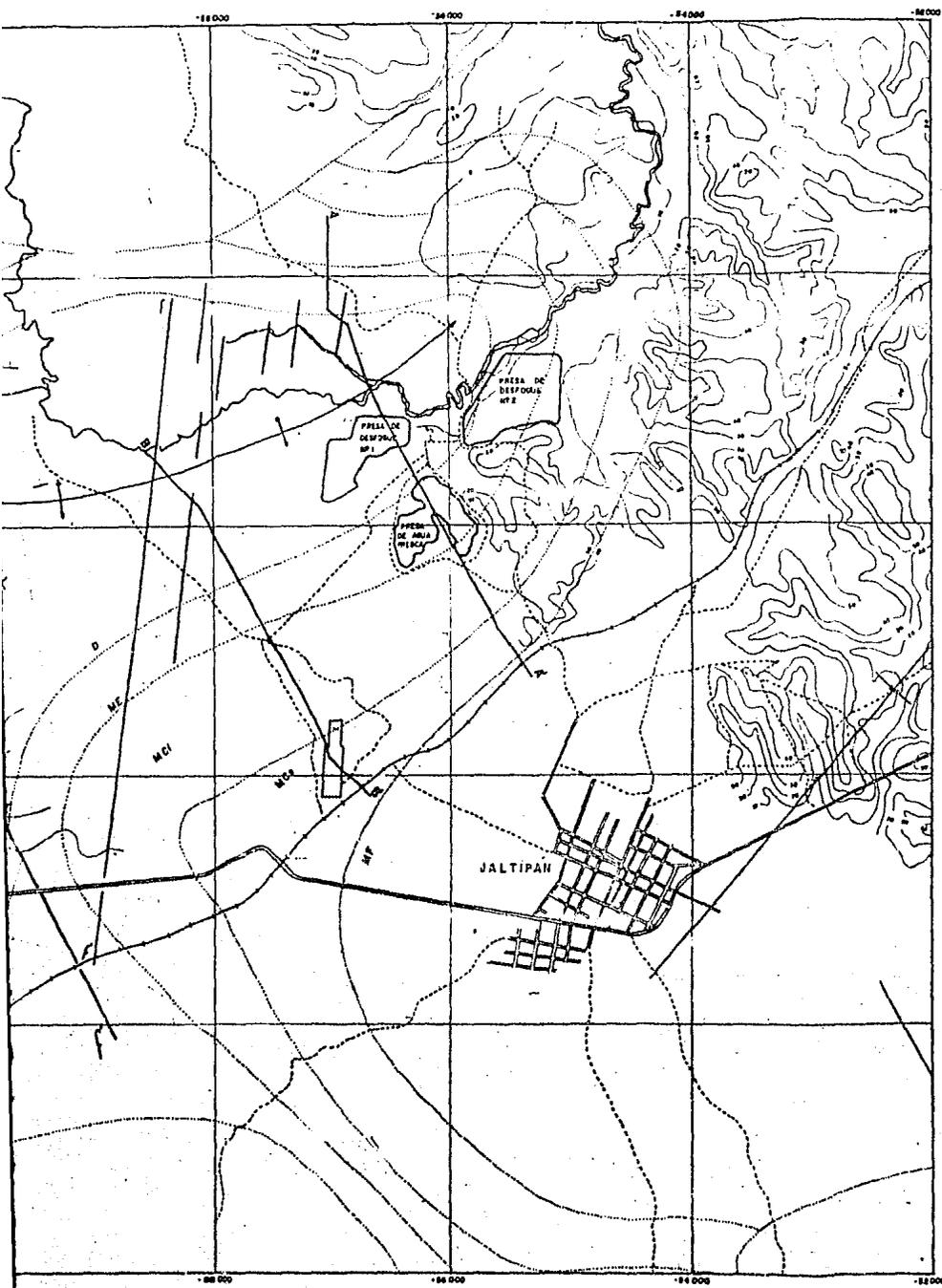
LEYENDA

- | | |
|--------------------|------------------|
| TOPOGRAFICA | GEOLOGICA |
| POBLADO | ANTICLINAL |
| CARRERA | SINCLINAL |
| FERROVIA | POZOS |
| FERROCARRIL | SECCIONES |
| PRESA | |
| RIO | |



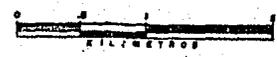
U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	CONFIGURACION CIMA DEL CASQUETE O DE LA SAL
	AURELIO CRUZ AMBROSIO
	FIG. 9

1986



- SIMBOLOS**
- GEOLOGICOS**
- EJE ANTICLINAL
 - EJE SINCLINAL
 - FALLAS Y FRACTURAS
 - RUMBO Y ECHADO
 - CONTACTO GEOLOGICO
- TOPOGRAFICOS:**
- POBLADO
 - VIA DE FERROCARRIL
 - CARRERA PAVIMENTADA
 - BRECHA
 - CURVAS DE NIVEL
 - PUENTE
 - PRESA

ERA	SISTEMA	SERIE	FORMACION	
C E N O Z O I C O	CUATERNARIO	PLEISTOCENO		
		PLIOCENO		
	T E N C I A R I O		SUP.	CEORAL AGUQUEQUITE PARAJE - SOLO
			MIOCENO MED.	FILISOLA (INF) CONCEPCION SUP (MCS) CONCEPCION INF (MCO) EUCANTO (M2) SEROSITO (M3)
			IMP.	
			OLIGOCENO	SONOL. NANCHITAL LA LAJA
M E S O Z O I C O	CRETACICO	SUPERIOR	LUTITAS NANCHITAL	
		MEDIO	SIERRA MADRE	
	J U R A S I C O	INFERIOR		
			CHINAMECA	
			LECHOS ROJOS	
PALEO - PERMIICO				
ZOICO PRE - PERMIICO				



**U
N
A
M**

FACULTAD DE INGENIERIA

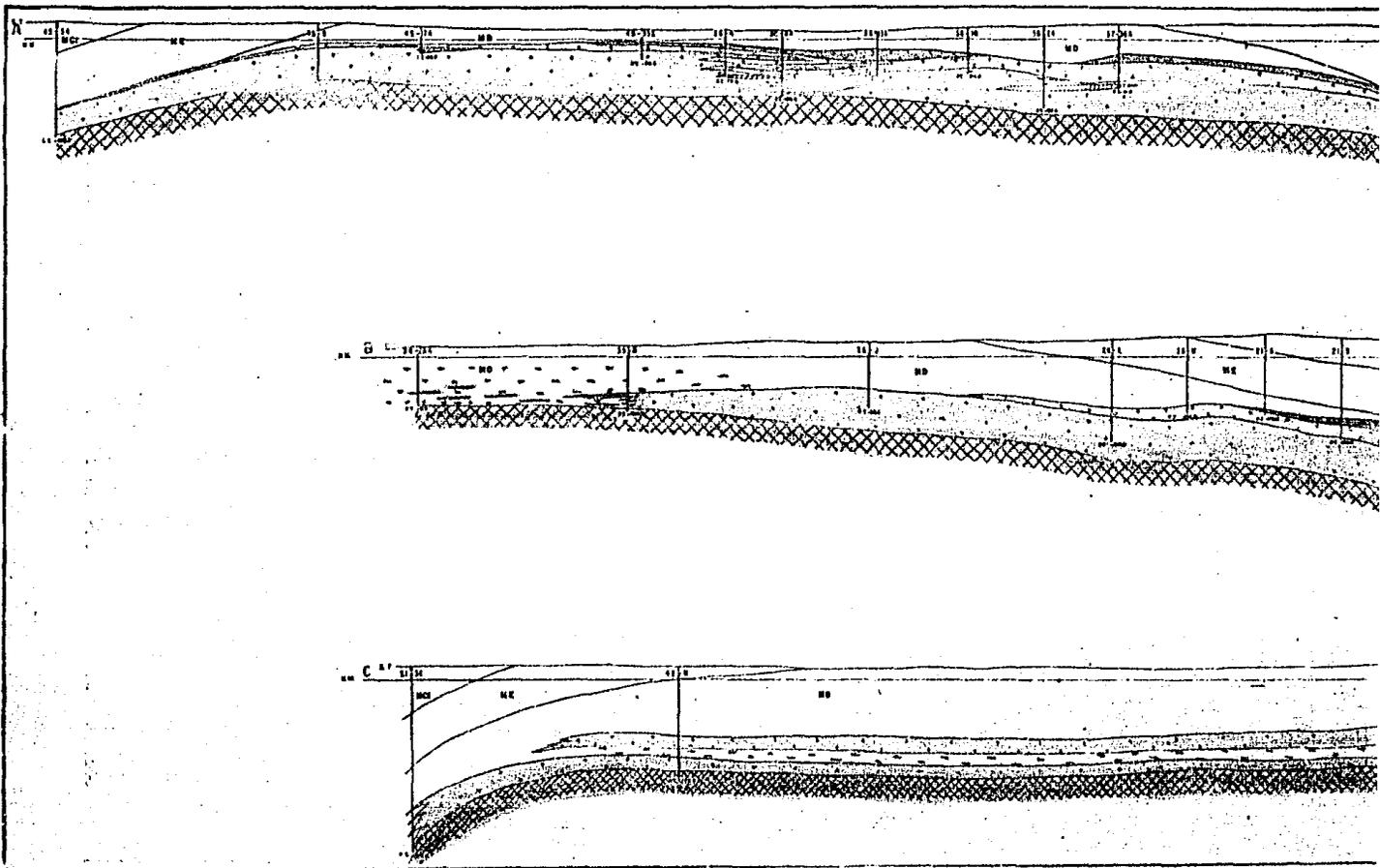
TESIS PROFESIONAL

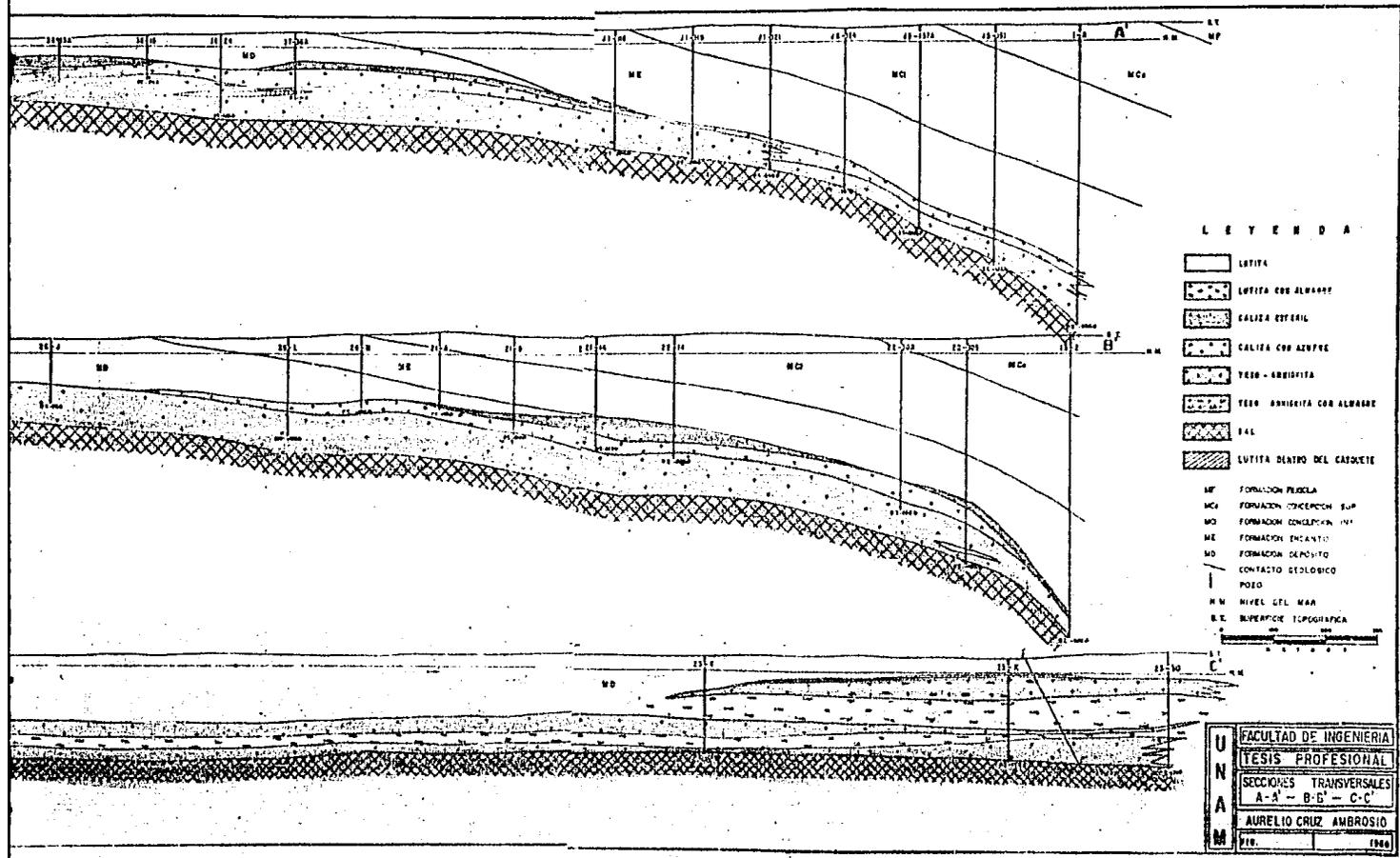
GEOLOGIA - SUPERFICIAL
DEL DOMO JALTIPAN

AURELIO CRUZ AMBROSIO

FIG. 10

1980

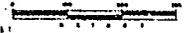




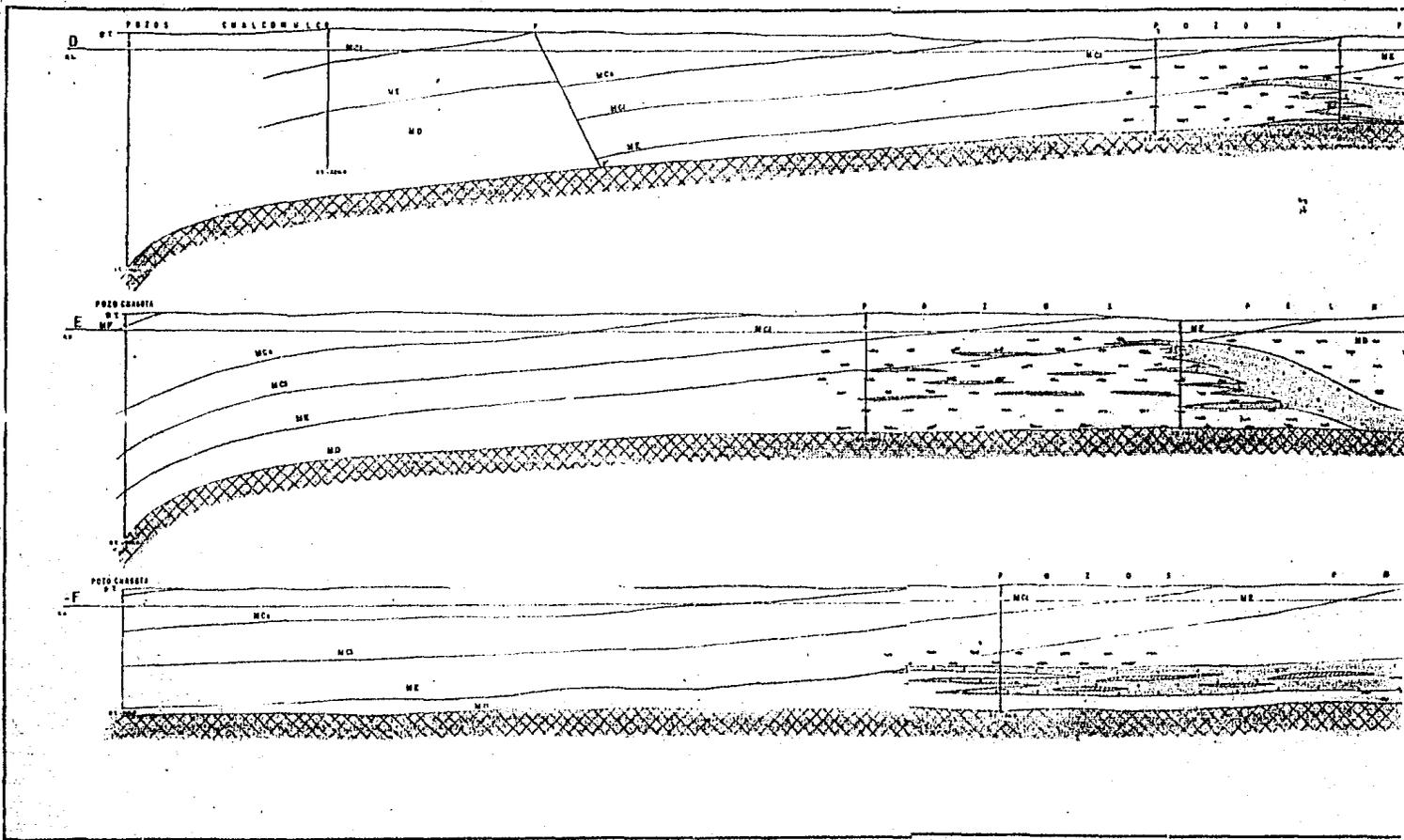
LEYENDA

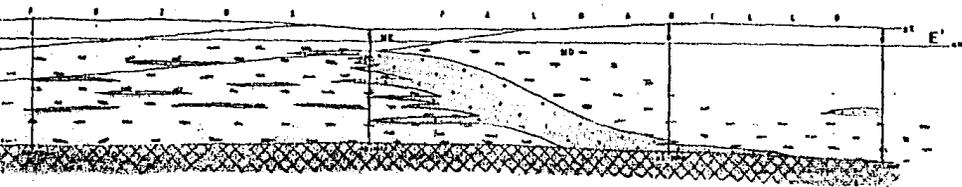
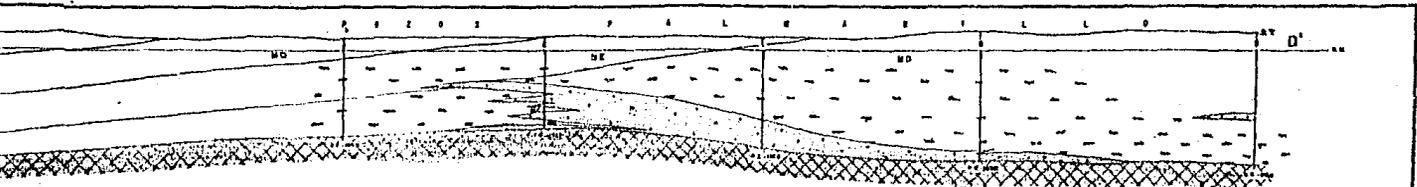
- LUTITA
- LUTITA CON ALBARRÉ
- CALIZA ESTERIL
- CALIZA CON AZUFRE
- YESO - ARBUSTITA
- YESO - ARBUSTITA CON ALBARRÉ
- SAL
- LUTITA DENTRO DEL CASQUETE

- MF FORMACION PESELA
- MCA FORMACION CONCEPCION SUP
- MO FORMACION CONCEPCION INF
- ME FORMACION ENCANTO
- MD FORMACION DEPÓSITO
- CONTACTO GEOLOGICO
- | POZO
- N.M. NIVEL DEL MAR
- T.C. SUPERFICIE TOPOGRAFICA



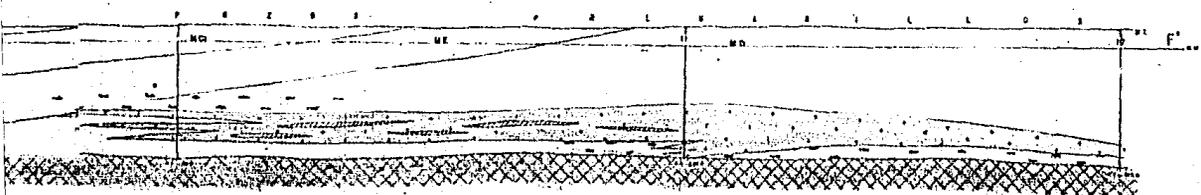
U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESTES PROFESIONALES	
	SECCIONES TRANSVERSALES	
	A-A' - B-B' - C-C'	
AURELIO CRUZ AMBROSIO		
FIS.	1	1966





LEYENDA

- | | | |
|------|----------------------|----------------------------|
| | | LUTITA |
| | | LUTITA CON ALMEARES |
| | | CALIZA ESTÉRIL |
| | | CALIZA CON ALMEARES |
| MP | FORMACIÓN PALMARILLO | |
| ME | FORMACIÓN EMERSON | |
| MD | FORMACIÓN DEBARTON | |
| MF | FORMACIÓN FORTY | |
| MG | FORMACIÓN GARDNER | |
| MT | CONTOUR TROPICAL | |
| PA | PÁRAMO | |
| P-D' | FALSA | |
| N.M. | NIVEL DEL MAR | |
| ET | EMERSON TROPICAL | |
| | | LUTITA DENTRO DEL CASQUETE |



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	SECCIONES TRANSVERSALES D-D' - E-E' - F-F'
	AURELIO CRUZ AMBROSIO FIG. 1000

