

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA GEOLOGIA  
DE LA SIERRA DE GUANAJUATO EN LA REGION DE  
COMANJA DE CORONA, JALISCO

**T E S I S :**

Que presenta para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

(Geología)

**Odranoel Quintero Legorreta**

MEXICO, D. F., 1989

00364  
5  
2c

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

# CONTENIDO

## RESUMEN. ....

### CAPITULO 1. INTRODUCCION

1.1 Localización del Área.....	1
1.2 Vías de acceso.....	1
1.3 Trabajos anteriores.....	6

### CAPITULO 2. ESTRATIGRAFIA

2.1 Ofiolita Barbosa.....	9
2.2 Unidad Sedimentaria.....	16
2.3 Caliza La Perlita.....	20
2.4 Granito Comanja.....	27
2.5 Conglomerado Guanajuato.....	29
2.6 Grupo León.....	32
2.6.1 Andesita Bernalejo.....	32
2.6.2 Grava Los Lozano.....	34
2.6.3 Ignimbrita Cuatralba.....	35
2.6.4 Basalto Dos Aguas.....	37
2.6.5 Andesita Mesa de Santiago.....	38
2.6.6 Grava Los Ranchos.....	39

### CAPITULO 3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

3.1 Introducción.....	40
3.2 Pliegues y cabalgaduras.....	40
3.3 Discordancias.....	41
3.4 Etapas de deformación.....	44
3.5 La intrusión del batolito granítico de Comanja.....	55
3.6 Posición estructural de la Ignimbrita Cuatralba.....	58
3.7 Sistema de Fallas.....	58
3.8 El Volcán Dos Aguas.....	62

### CAPITULO 4 GEOLOGIA HISTORICA

4.1 Mesozoico.....	63
4.1.1 Triásico-Jurásico Temprano.....	63
4.1.2 Cretácico.....	64
4.2 Cenozoico.....	65
4.2.1 Paleoceno.....	65
4.2.2 Eoceno.....	65
4.2.3 Oligoceno.....	66
4.2.4 Mioceno.....	66
4.2.5 Plioceno.....	66
4.2.6 Pleistoceno.....	67

### CAPITULO 5 EVOLUCION TECTONICA

5.1 Escenario Tectónico Regional.....	68
5.2 Interpretación Tectónica.....	70

### CONCLUSIONES

Referencias.....	83
------------------	----

## Lista de ilustraciones

Figuras 1.1a, 1.1b, 1.1c Mapas de localización de la región de Comanja de corona en la Sierra de Guanajuato (1.1a y 1.1b) y de las vías de acceso (1.1c).

Figura 2 Columna estratigráfica.

Figura 2.1 Diagramas Alcalis-sílice de tres muestras de la Ofiolita Barbosa.

Figura 2.2 Mapa geológico detallado del área de Puerto Blanco.

Figura 2.3 Columna estratigráfica de la caliza la Perlita.

Figura 3.1 Sección estructural esquemática de la Ofiolita Barbosa.

Figuras 3.2 y 3.3 Relaciones de contacto entre la caliza la Perlita, la Unidad Sedimentaria y el conglomerado Guanajuato.

Figura 3.4 Representación estereográfica polar de datos de foliación de la Unidad Sedimentaria antes y después de realizarse la rotación.

Figura 3.5 Proyección estereográfica de la rotación de una discordancia angular y de un pliegue anticlinal contenido en la Unidad Sedimentaria que se encuentran debajo de la caliza La Perlita.

Figura 3.6 Diagrama estereográfico de la rotación polar, de las inclinaciones secundarias de la ignimbrita Cuatralba, Conglomerado Guanajuato y caliza La Perlita.

Figura 3.7 Proyección estereográfica de la densidad de diaclasas del Granito Comanja.

Figura 3.8 Sistema regional de fallas y fracturas en la región de Comanja.

Figura 5.1 Diagrama de distribución regional de las secuencias prealbiana del centro de México.

Figura 5.2 a.-Reconstrucción Alegeheniana de Pangea Occidental.  
b.-Deformación orogénica Nevadiana en el contexto tectónico regional del Jurásico Tardío.

Figura 5.3 Contexto tectónico regional durante el Triásico.

Figura 5.4 Diagrama que muestra la deformación orogénica Nevadiana en el centro de México, en el Jurásico.

Tabla 1. Análisis Químicos de tres muestras de la Ofiolita Barbosa.

RESUMEN

En la región de Comanja de Corona, Jal, afloran rocas de la más variada composición y litología que representan una evolución geológica complicada. Fueron determinadas once unidades litoestratigráficas cuya naturaleza litológica comprende principalmente los tres tipos de rocas, Igneas (intrusivas y volcánicas), sedimentarias (carbonatadas y clásticas) y metamórficas (principalmente de contacto). La Ofiolita Barbosa y la Unidad Sedimentaria representan las condiciones geológicas que permitieron la generación de corteza oceánica y su cubierta sedimentaria, desarrolladas probablemente en las vecindades de un arco volcánico. Existen algunos indicios de que la porción volcánica de la Ofiolita Barbosa fue afectada por espilitización. Corona-Chávez reporta el hallazgo de Nannococcus dolomiticus cuyo alcance estratigráfico es Tithoniano-Valanginiense, con lo que la edad mínima de la Unidad sedimentaria pudiera ser Tithoniana o Neocomiana. La caliza La Perlita se depositó en condiciones de alta energía cercanas a costa durante el período comprendido entre el Aptiano temprano y el Albiano tardío. El granito de Comanja es una intrusión batolítica discordante de afinidades calcialcalinas, que tomó lugar durante el Eoceno. (Edades obtenidas por el IMP K-Ar 53-54±4 Ma). Posteriormente se depositó el conglomerado Guanajuato estando constituido principalmente por fragmentos de rocas volcánicas sedimentarias pizarrosas y de rocas intrusivas en menor proporción. Las unidades litoestratigráficas más jóvenes fueron agrupadas en el "Grupo León" siendo en su mayoría de origen volcánico y de litología variada. Las unidades definidas son: andesita Bernalejo, grava Los Lozano, ignimbrita Cuatralba, Basalto Dos Aguas, andesita Mesa de Santiago y grava Los Ranchos. Tanto la Ofiolita Barbosa como la Unidad Sedimentaria fueron deformadas probablemente en el Jurásico tardío o en el Cretácico temprano (Neocomiano) por los efectos de la deformación orogénica Nevadiana. Una segunda deformación durante el término del Cretácico o principios del Cenozoico deformó a las rocas existentes imprimiéndoles a una segunda deformación y a la caliza La Perlita sólo una. El conglomerado Guanajuato presenta invariablemente, inclinaciones que posiblemente se deban a una etapa de deformación, sin saberse con precisión si es compresional o extensional. Según información reciente de fauna fósil, la edad del conglomerado Guanajuato está comprendida entre el Eoceno medio y el Oligoceno temprano. Regionalmente existen dos sistemas de fallas normales cuyas orientaciones son casi ortogonales presentando rumbos N60°W y N50°E, siendo el más antiguo el primero. Estos sistemas de fallas son el resultado de la interacción dos direcciones de esfuerzos, uno de estos es similar a los de la Provincia de Cuencas y Sierras. La evolución tectónica de la

## CAPITULO 1.- INTRODUCCION

### 1.1. Localización del Área

Este trabajo presenta el análisis geológico regional de una región que se encuentra ubicada en el extremo noroccidental de la Sierra de Guanajuato, a 10 km hacia el oriente de la población de Lagos de Moreno, en el Estado de Jalisco. La porción estudiada está en el sector comprendido por los paralelos  $21^{\circ} 12'$ , como límite sur, y  $21^{\circ} 25'$ , como límite norte. Los límites occidental y oriental están formados por los meridianos  $101^{\circ} 50'$ , y  $101^{\circ} 35'$ , según el mapa de INEGI, respectivamente (Figuras 1.1a, 1.1b, 1.1c).

### 1.2 Vías de acceso

Existen dos accesos principales al área de estudio, uno es la carretera estatal Núm. 37 que comunica las ciudades de León y San Felipe, Gto., (Figura 1.1c) el cual está pavimentado y en regular estado de conservación; se accede al área desde esta carretera mediante un camino de terracería que parte del Puerto de Santiago hacia Comanja atravesando la parte sur del sector estudiado.

La otra vía de acceso es la terracería que va desde Lagos de Moreno, Jal., hacia Comanja, la cual comunica con la parte occidental del sector cartografiado (Lámina I).

A la zona norte del área de estudio se puede acceder mediante el uso de caminos vecinales que comunican con la Carretera Federal 80 (Figura 1.1c), que va de Lagos de Moreno a Ojuelos, Jal. Estos caminos locales comunican hacia las antiguas haciendas de El Maguey y de San José de los Ranchos.

Existe un camino que comunica con el caserío El Capulín, ubicado al sudeste del área cartografiada, que pasa por los Arroyos Guanajuatito y Barbosa, (Lámina I). Este acceso parte de la carretera León - San Felipe, Gto., a la altura de la Mesa de Santiago.

Otros caminos locales comunican Comanja con los ranchos Bernalaje y La Perlita, y con los parajes de Puerto Blanco y Puerto de La Magdalena, así como la mina abandonada de El Horcón. La ranchería de La Angostura puede accederse desde la carretera León - San Felipe.

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

región está ligada al proceso de separación continental de la parte occidental de Pangea y al desarrollo de un arco magmático y su cuenca de trasarco en la margen occidental de ésta. El arco magmático y su cuenca fueron destruidos probablemente hacia el fin del Jurásico debido a los efectos de la deformación Nevadiana.

**Tesis Comanja de Corona Guanajuato.**

**Figuras 1.1a, 1.1b, y 1.1c. Mapas de localización de la región de Comanja de Corona en la Sierra de Guanajuato (1.1a y 1.1b) y de las vías de acceso, (1.1c).**



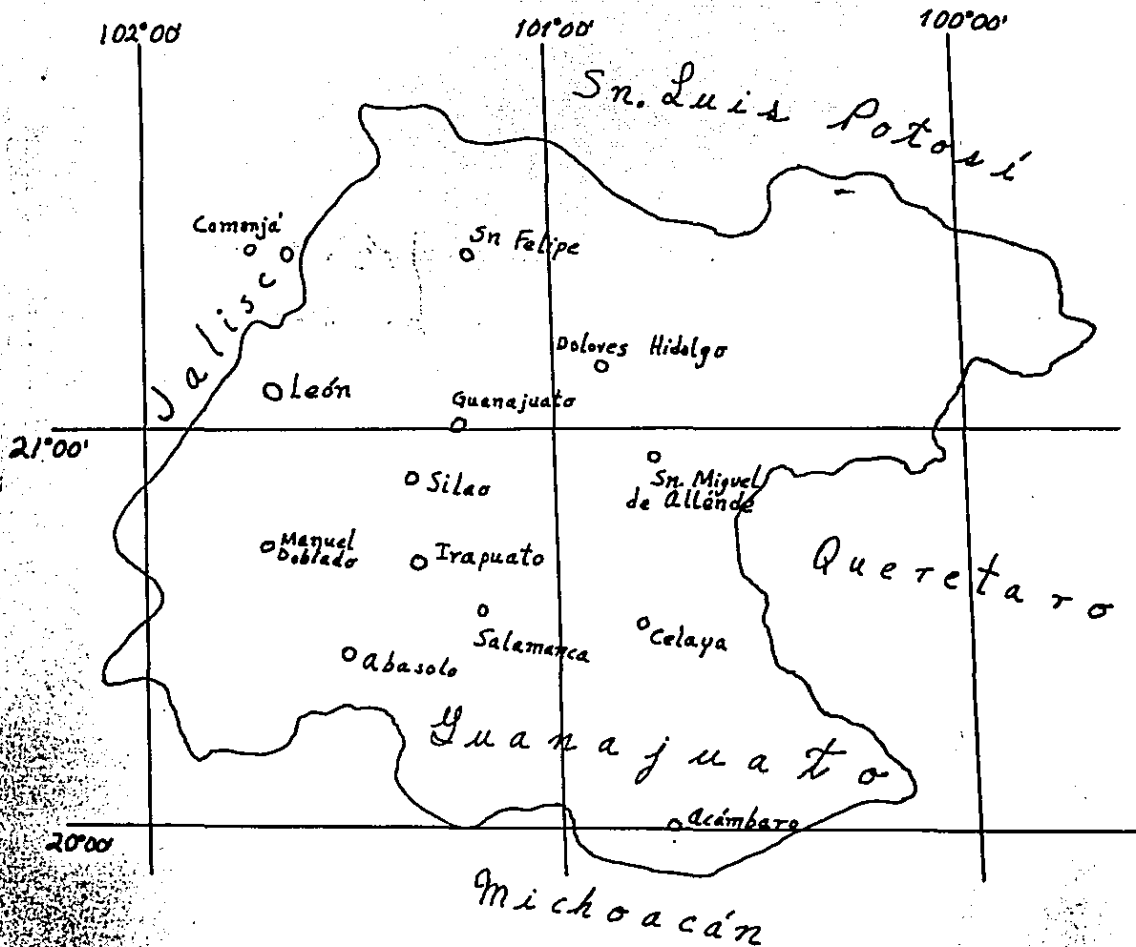
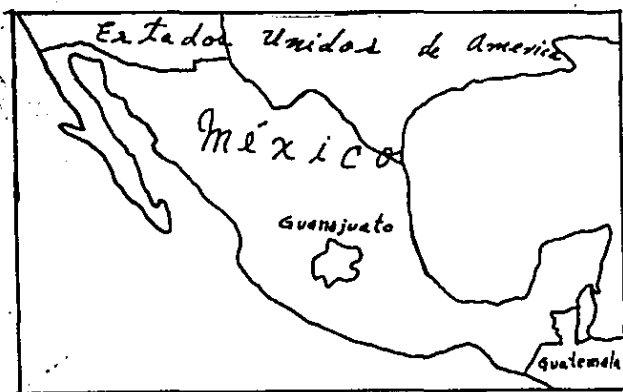


figura 1.1a



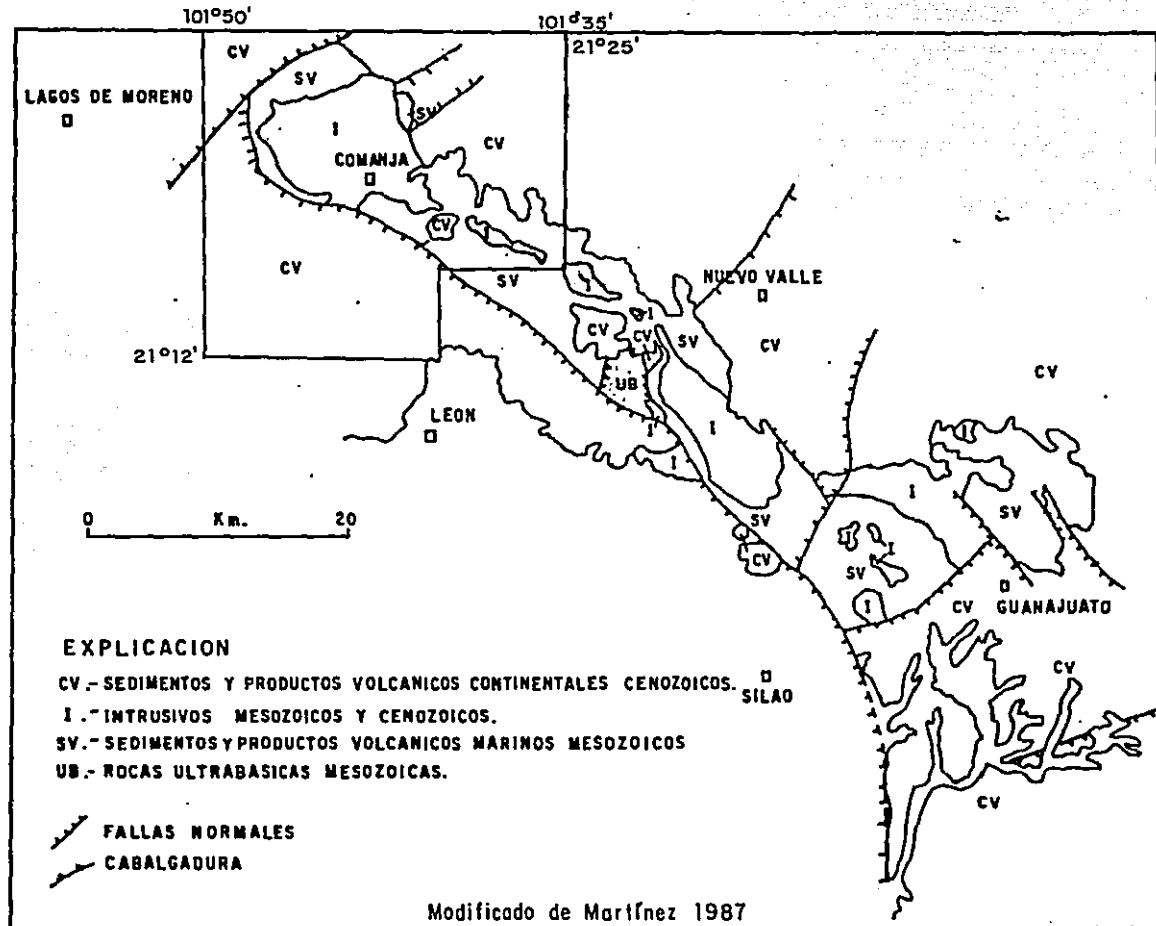


Fig. 1.1b

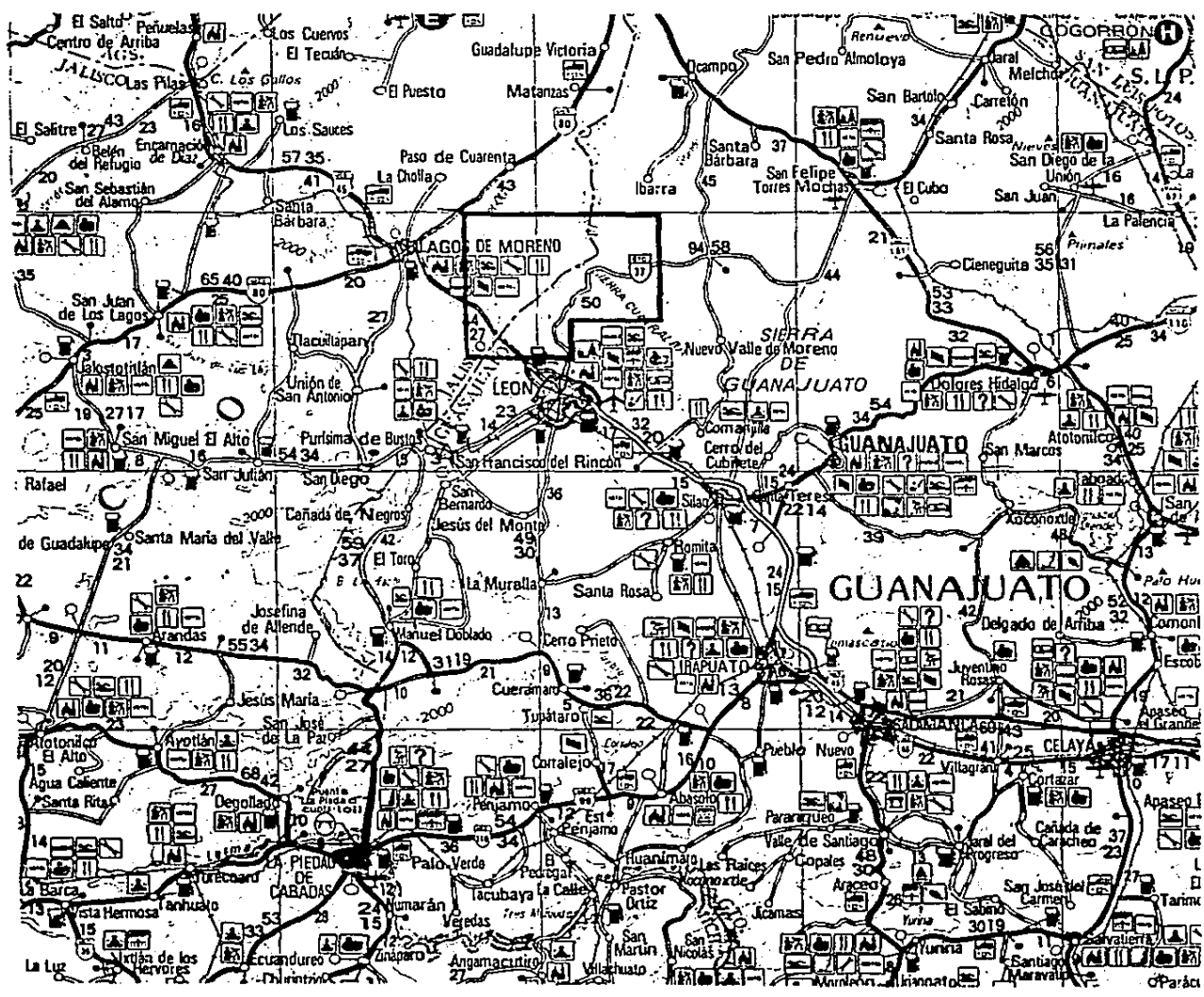


Fig. 1.c

### 1.3 Trabajos anteriores

El reporte más antiguo sobre el área de Comanja corresponde a un informe técnico minero enviado a la Secretaría de Fomento por Santiago Ramirez, en 1882, publicado el mismo año en los Anales del Ministerio de Fomento. Este informe está enfocado a describir las características de desarrollo y explotación de las minas identificadas en los alrededores de Comanja, por lo que las descripciones geológicas están limitadas al aspecto exclusivamente minero. El informe original de Ramirez fue publicado por partes en la sección de Documentos Mineros del Semanario El Minero Mexicano en los números correspondientes a 1883. En el año mencionado, José Gutiérrez Galván y colaboradores publicaron valiosos datos históricos referentes al desarrollo y situación de las minas de Comanja, también en El Minero Mexicano.

Entre las fechas mencionadas y fines de los años '70 no hay referencias publicadas relacionadas con el área de estudio. En 1978, Echegoyen publicó en la revista Geomimet los resultados de sus trabajos realizados para el Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.), donde, a nivel de reconocimiento general, se presenta la cartografía geológica de la Sierra de Guanajuato, siendo este el primer trabajo cartográfico publicado referente a dicha sierra.

En 1982 Servais y colaboradores publicaron en la revista Geomimet un trabajo relacionado con las rocas básicas y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato y postularon un paleogeólofo de Baja California y una digitación tethysiana en el centro de México.

Mújica-Mondragón colectó ejemplares petrográficos del Granito de Comanja en 1983, para un estudio petrogenético de las rocas ígneas y metamórficas del Altiplano Mexicano, realizado para el Instituto Mexicano del Petróleo (I.M.P.) con fines geocronológicos.

En 1987, en un resumen, Chiodi y colaboradores presentaron la evolución tectónica y magmática de una parte del batolito granítico de Comanja, analizando sus características petrogenéticas y la evolución tectónica. Este resumen fue publicado en la Memoria de Resúmenes con motivo del cincuentenario de la carrera de Ingeniero Geólogo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.).

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 2 Columna estratigráfica

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA

CENOZOICO	CUA. TER. NARIIO	Edad M. A.	HOLOCENO			
			ALUVION			
MESOZOICO	TERCIARIO	1.6	PLEISTOCENO			
		5.3	GRAVA LOS RANCHOS			
		8.5	GRUPO LEON	ANDESITA MESA DE SANTIAGO		
		MIOCENO		IGNIMBRITA CUATRALBA		
				BASALTO DOS AGUAS		
		2.7		IGNIMBRITA CUATRALBA		
		36.6	OLIGOCENO	ANDESITA BERNALEJO	GRAVA LOS LOZANO	
		57.8	EOCENO	CONGLOMERADO GUANAJUATO		
		86.4	PALEOCENO	GRANITO COMANJA		
		CRETACICO	MAESTRICHTIANO			
			SENONIANO			
			TURONIANO			
			97.5			CENOMANIANO
		113	ALBIANO			"BASAMENTO"
119	APTIANO					
144	NEOCOMIANO	?				
JURASICO	TITHONIANO	GRANITO COMANJA				
	KIMMERIDGIANO					
	163					OXFORDIANO
	187					JURASICO MEDIO
	208					JURASICO INFERIOR
	UNIDAD SEDIMENTARIA					
				225	RETICO	
				230	NORICO	
235			CARNICO			
240	LADINIANO	?				
245	ANISIANO	"BASAMENTO"				
245	SCYTIANO					

## CAPITULO 2.- ESTRATIGRAFIA

### 2.1 Ofiolita Barbosa

#### Definición

Se ha designado informalmente con el término de Ofiolita Barbosa a una secuencia de lavas almohadilladas de composición basáltica y diques de diabasa y gabro, cuyo espesor total es de proximadamente 400 m. Estas rocas afloran en los Arroyos Guanajuatito y Barbosa, siendo este último donde presenta sus mejores afloramientos y es considerada aquí como su localidad tipo. Ambos arroyos están localizados en las cercanías de la ranchería denominada Guanajuatito. Esta unidad es considerada como la porción media y superior de una secuencia ofiolítica, (Coleman, 1977).

#### Distribución

En diversos lugares de la Sierra de Guanajuato afloran rocas volcánicas submarinas, casi siempre acompañadas por secuencias sedimentarias, en contacto normal o tectónico. Las características de estas rocas son muy similares a la Ofiolita Barbosa y a la Unidad Sedimentaria aflorantes en el área de estudio.

En el área cartografiada, los mejores afloramientos se encuentran en los arroyos antes mencionados, ubicados al sur de la Mesa de Santiago. La unidad también aflora en las inmediaciones del Cerro Pelón, al norte del área del mapa, así como al oriente de Comanja, cerca de los afloramientos de la Caliza La Perlita. En este último lugar, la unidad almohadillada está afectada por metamorfismo de contacto producido por el emplazamiento del Granito de Comanja; el efecto térmico de la intrusión y el tectonismo han obscurecido la estructura pulviniforme original.

#### Litología y espesor

La Ofiolita Barbosa está constituida por lavas almohadilladas de composición basáltica con textura variolítica y, menos frecuentemente, textura hialoclástica, típicas de los basaltos oceánicos. También están presentes diques de diabasa y gabro en la base de la secuencia.

Figura 2.1 Diagramas alcalis-silice de tres muestras de la Ofiolita Barbosa en el arroyo del mismo nombre, que muestran una tendencia alcalina, debida probablemente al proceso de espilitización.





**Tesis Comanja de Corona Guanajuato.**

**Tabla No.1 Análisis químicos de tres muestras de la Ofiolita Barbosa correspondientes a: 1 Lava almohadillada, 2 Dique de diabasa y 3 Gabro. Estos análisis fueron realizados por Irma Aguilera y Graciela Velázquez del Instituto de Geología UNAM.**

MUESTRA  
COLECTOR

# 1

2

3

	# 1	2	3
SiO <sub>2</sub>	. 52.90 %	42.47 %	51.23 %
TiO <sub>2</sub>	. 1.85	1.70	1.85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. 11.39	16.27	15.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.65	0.11	0.28
FeO	. 7.97	8.65	7.17
MnO	. 0.13	0.12	0.12
MgO	4.40	6.24	5.12
CaO	. 7.30	9.11	8.07
Na <sub>2</sub> O	4.75	3.30	4.55
K <sub>2</sub> O	2.50	2.70	2.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.40	0.28	0.32
SO <sub>3</sub>	0.34	0.00	0.00
CO <sub>2</sub>	3.00	4.90	0.00
H <sub>2</sub> O+	0.27	3.75	3.43
H <sub>2</sub> O-	1.96	0.22	0.21
SUMA	99.81 %	99.83 %	99.89 %

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

En la Tabla 1 se presentan los análisis químicos efectuados en tres muestras de roca. Se observa que los óxidos principales son  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$  y  $\text{CaO}$ , en proporciones acordes con la composición general de los basaltos oceánicos, mientras que los altos contenidos de  $\text{Na}_2\text{O}$  indican una espilitización en las muestras analizadas. La presencia de  $\text{CO}_2$  en las dos primeras muestras de la Tabla 1 indican la presencia de carbonatos, derivados del proceso de espilitización. Lo anterior puede explicar la tendencia alcalina que presentan las muestras analizadas (Figuras 2.1a y 2.1b).

Macroscópicamente se observa en los bordes de las almohadillas una cantidad regular de vesículas, producto del escape de la fase gaseosa del magma. En algunos bordes existen aureolas de carbonatos, y algunas vesículas se encuentran rellenas de calcita y clorita.

Microscópicamente se observa una textura variolítica consistente de un arreglo radial de los cristales de plagioclasa en esférulas. La plagioclasa está totalmente alterada a una asociación de albita, epidota y algo de clorita, representando probablemente un proceso de saussuritización o espilitización (albitización). Se identificaron también cristales subedrales tabulares de clinopiroxeno, posiblemente augita. Como minerales accesorios se encuentra ilmenita esquelética. Otros minerales de alteración identificados son calcita en asociación con clorita (pennina).

En algunos derrames almohadillados se observó que el eje mayor de las estructuras individuales es de un tamaño considerablemente superior, lo cual sugiere una relación con la dirección en la cual creció la almohadilla y, probablemente, el sentido de flujo de la lava. En una estructura de estas lavas se observó un borde perpendicular al eje mayor, que probablemente indique el conducto desde el cual la almohadilla anterior dió lugar a la formación de la almohadilla posterior.

Las lavas están relacionadas muy cercanamente a los diques de diabasa y gabro, ya que hacia su base las estructuras pulviniformes se pierden paulatinamente dentro de un material afanítico de la misma composición (diabasa). Las estructuras almohadilladas desaparecen por completo, al mismo tiempo que se definen los diques de diabasa y gabro. El tamaño del grano de la diabasa aumenta a medida que se aleja de las lavas almohadilladas, hasta que se vuelve completamente fanerítica, definiéndose así los cuerpos de gabro.

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Microscópicamente la diabasa y el gabro presentan una textura intersertal, consistente de cristales mayores de plagioclasa y clinopiroxeno, presentándose en los intersticios albita, clorita, epidota e ilmenita esqueletal alterada parcialmente a leucoxeno.

Un espesor de 400 m aproximadamente fueron calculados indirectamente tomando en cuenta su promedio de inclinación y sus dos contactos tanto el superior como con el inferior el cual es tectónico.

### Relaciones estratigráficas

Como se mencionó anteriormente, el cuerpo de diques de diabasa y gabro y las lavas almohadilladas constituyen la Ofiolita Barbosa (Figura 3.1), por lo que sus relaciones estratigráficas se analizarán en conjunto.

La base de la Ofiolita Barbosa se desconoce, ya que los diques gabroides y algunas lavas están en contacto de falla con rocas sedimentarias calcáreas foliadas pertenecientes a la Unidad Sedimentaria.

El contacto superior con la Unidad Sedimentaria es abrupto y de carácter concordante, marcándose en donde desaparecen las lavas y se presentan pedernales, lutitas silíceas y rocas calcáreas recristalizadas.

### Ambiente de formación

Se considera que el conjunto de lavas y diques se formó en condiciones submarinas, como una corteza oceánica en expansión, ya sea en una cuenca de trasarco o en una cuenca de enfrente de un arco.

### Edad y correlación

No se cuenta con edades radiométricas que permitan fechar esta secuencia, pero se infiere una edad triásica tardía a jurásica temprana, basándose únicamente en su posición estratigráfica, debajo de la Unidad Sedimentaria la cual infrayace a la Caliza la Perlita debajo de una discordancia angular.

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

La Ofiolita Barbosa se correlaciona con las rocas triásicas de Zacatecas (Burkhardt y Scalia, 1906), aunque una correlación de esta naturaleza implica un considerable grado de incertidumbre.

Otras posibilidades son que la Ofiolita Barbosa sea más antigua que el Triásico y que se haya formado en el Océano pacífico sufriendo después un gran transporte desde su lugar de origen hasta colisionar contra la corteza continental.

Una posibilidad más es que esta ofiolita se haya formado en una cuenca de tras arco y sea de edad jurásica tardía.

## 2.2 Unidad Sedimentaria

### Definición

Se utiliza el término Unidad Sedimentaria para denominar a una secuencia de rocas sedimentarias de naturaleza clástica, principalmente pelítica y psamítica, con intervalos calcáreos, que afloran en la mayor parte del área cartografiada. Junto con la Ofiolita Barbosa constituyen el "basamento" de la Sierra de Guanajuato. En el área estudiada no se encontró fauna ni flora fósil en la Unidad Sedimentaria que permita su fechamiento. Esta unidad se ha subdividido en cinco miembros para facilitar su estudio.

### Distribución

La Unidad Sedimentaria se encuentra en toda la Sierra de Guanajuato constituyendo la mayor parte del "basamento".

En el área estudiada la Unidad Sedimentaria constituye la roca encajonante del batolito granítico de Comanja, ocupando sus afloramientos mayor área que las rocas de la Ofiolita Barbosa.

### Litología

La Unidad Sedimentaria se subdivide en cinco miembros, que presentan notables diferencias litológicas, los cuales fueron reconocidos en los cortes de la carretera León - San Felipe. El primero, y estratigráficamente el más inferior, está constituido por lutitas silíceas y pedernales de estratificación delgada, así como por material volcánico tobáceo y rocas calcáreas y areniscas en la cima.

Transicionalmente y estratigráficamente hacia arriba se define el segundo miembro de la Unidad Sedimentaria, el que presenta mayor abundancia de areniscas (grauvacas) y una disminución notable de pedernal y lutitas silíceas, con respecto al miembro inferior. Las rocas carbonatadas están subordinadas a las rocas psamíticas.

El tercer miembro o intermedio está constituido por rocas carbonatadas de estratificación delgada que alternan con rocas pelíticas en estratos delgados. En este miembro se presentan calizas de estratificación delgada en bancos gruesos.

Gradualmente hacia la cima de la secuencia aumenta el contenido de material clástico fino, en estratos gruesos, formando el cuarto miembro, en el cual se presentan algunos horizontes calcáreos, que desaparecen completamente hacia la cima, donde predominan las rocas clásticas. Es notorio que las rocas que constituyen este miembro estén plegadas formando estructuras isoclinales cuyo tamaño es del orden de las decenas de metros.

El miembro superior de la Unidad Sedimentaria está constituido por grauvacas verdes con estratificación gradada normal, limolitas laminadas y lutitas negras. Se presentan algunos estratos calcáreos muy subordinados a las rocas psamíticas.

En la porción septentrional del área en estudio se observó un afloramiento de conglomerado oligomictico compuesto por cantos aplanados de rocas ígneas félsicas, probablemente plutónicas. Hacia el oriente de Bernalejo también fue localizado otro cuerpo de conglomerado compuesto por cantos redondeados de rocas volcánicas andesíticas. Ambos afloramientos forman parte de la Unidad Sedimentaria, pero no se pudo deducir a qué miembro de la misma pertenecen.

En el sector septentrional del área en estudio, próximo a los conglomerados mencionados anteriormente, se localizó un cuerpo de rocas volcánicas oscuras, de aspecto basáltico, incluido dentro de la Unidad Sedimentaria. Por otro lado, cercano a la Mesa de la Virgen y limitado por dos fallas, se encuentra un afloramiento de lavas porfídicas de composición intermedia, probablemente incluidas también dentro de la Unidad Sedimentaria.

Las rocas de la Unidad Sedimentaria presentan un plegamiento tan intenso y una deformación tan acentuada, además de estar intrusionadas, que es prácticamente imposible deducir

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

el espesor original de la secuencia, aunque probablemente se esté ante espesores del orden de varios cientos de metros.

### Relaciones estratigráficas

El miembro inferior descansa concordantemente sobre la Ofiolita Barbosa, constituyendo la base de la secuencia sedimentaria.

El contacto superior de la Unidad Sedimentaria es una discordancia angular con la caliza La Perlita y con las rocas de la Cubierta Volcánica Cenozoica.

Las calizas del miembro intermedio de la Unidad Sedimentaria está en contacto de falla con la Ofiolita Barbosa en las proximidades del rancho Guanajuatito, estructura que pone en contacto las lavas almohadilladas y los diques de diabasa y gabro. La falla es muy probablemente una cabalgadura que sobrepone la secuencia ofiolítica con su cobertura sedimentaria, según observaciones de campo.

### Ambiente de depósito

Las rocas silíceas del miembro inferior, que descansan sobre las lavas almohadilladas, sugieren, al menos para este miembro; un depósito de aguas profundas, por debajo del nivel de compensación de los carbonatos.

La presencia de bancos y estratos delgados y medianos de grauvacas (litarenitas), con abundantes fragmentos de rocas metamórficas, sugieren que la cuenca de depósito recibió aporte de terrígenos de áreas vecinas en que predominaban las rocas cristalinas o cinturones metamórficos adyacentes, modificando en parte la sedimentación predominante.

Las rocas calcáreas, en los niveles intermedios de la secuencia, sugieren que las condiciones de profundidad variaron con el tiempo, debido, probablemente, al relleno de la cuenca hasta superar el nivel de compensación de los carbonatos.



## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

### Edad

En los sectores donde se cartografió la Unidad Sedimentaria no se encontraron fósiles que permitan fechar a la secuencia. Sin embargo, en las cercanías de Arperos, en Guanajuato, se describen varias especies de radiolarios en rocas calcáreas posiblemente pertenecientes al "basamento". Dávila-Alcocer y Martínez-Reyes (1987) reportan Thararla sp., Novixitus sp., Archaeodictyomitra sp., Pseudodictyomitra sp., Dictyomitra sp. y Allevium sp., que le confieren una edad Valanginiano - Turoniano a las rocas descritas. No fue posible correlacionar las rocas con los microfósiles mencionados con alguno de los miembros de la Unidad Sedimentaria.

Corona Chavez (1988, p.16) menciona el hallazgo de *Nannoconus dolomiticus* en el mismo sitio donde anteriormente se han encontrado los radiolarios; el mismo ubica a estos afloramientos en la parte mas superior de esa secuencia sedimentaria. Esta secuencia fue ubicada por él suprayacente a tres unidades litoestratigráficas que son desde la mas antigua a la mas joven: "Complejo Ultramáfico", "Complejo Intrusivo-Filoniano" y por ultimo "Secuencia Metavolcánica". Este nuevo dato le confiere a su "Secuencia Metasedimentaria" un alcance estratigráfico mas corto (Tithoniano-Valanginiano).

El hecho de que la Unidad Sedimentaria esté sobreyacida por la Caliza La Perlita, en contacto discordante angular, la cual presenta fauna del Aptiano - Albiano, ubica necesariamente a la Unidad Sedimentaria en un intervalo de tiempo desde el Jurásico hasta el Valanginiano.

Una posible correlación de esta unidad es con las formaciones Huayacocotla del Sinemuriano-Pliensbachiano, Cahuasca del Toarciano-Calloviano, Tepéxic del Calloviano, Santiago del Calloviano-Oxfordiano, Tamán del Kimmeridgiano-Tithoniano, y con la Formación Pimienta del Tithoniano-Berriasiano.

### 2.3 Caliza La Perlita

#### Definición

Se ha utilizado la denominación de caliza La Perlita para designar a una secuencia calcáreo - arenosa con algunos horizontes de lutitas limolíticas aflorantes en las cercanías del rancho La Perlita, al oriente del Comanja, en un paraje denominado Puerto Blanco, a 2 km al norte de dicho rancho (figura 2.2). En la secuencia se midió un espesor de 164 m.

#### Distribución

En la Sierra de Guanajuato, la caliza La Perlita aflora en dos lugares, uno en el lugar antes mencionado, y el otro a 3 km al oriente del rancho Bernalejo, al este de Comanja. Ambos afloramientos son muy pequeños, de tal manera que a la escala del mapa (1:50,000) apenas son visibles. Asimismo, estas rocas calcáreas no constituyen rasgos topográficos prominentes, quedando enmascarados por el relieve de las rocas de la cubierta volcánica.

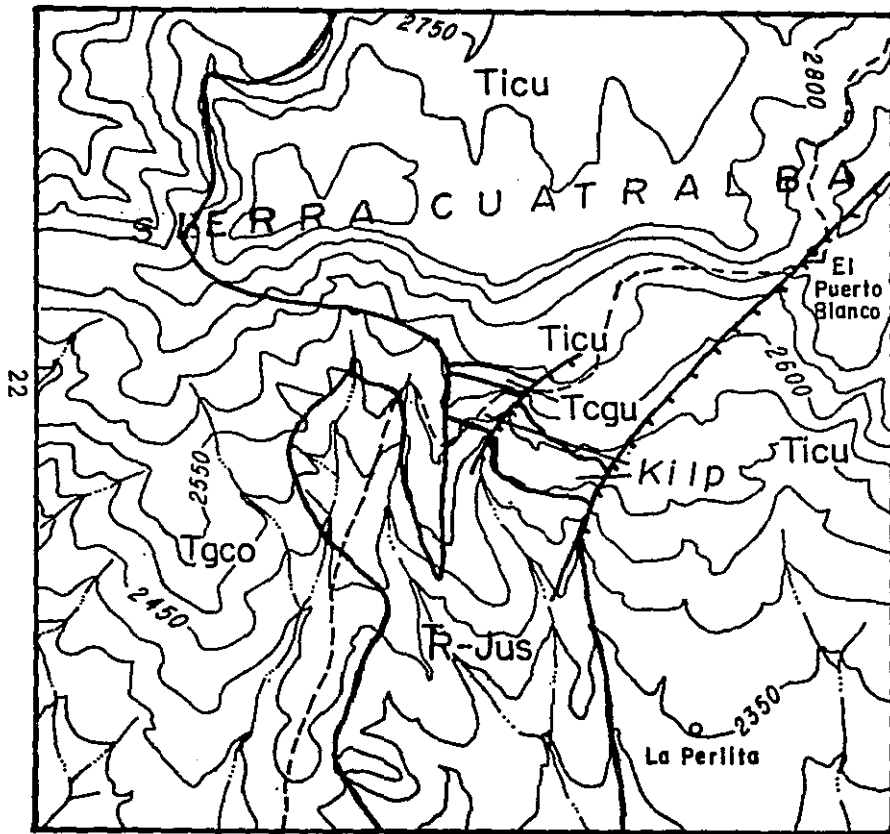
#### Litología y espesor

La unidad denominada caliza La Perlita está constituida por calizas, calcarenitas, y algunos horizontes de lutitas limolíticas interestratificados. En la base de la secuencia se presentan calizas masivas que descansan discordantemente sobre la unidad sedimentaria. Al microscopio estas calizas están formadas por oolitas, pellets y bioclastos embebidos en una matriz micrática. De acuerdo con la clasificación de Folk (1962), la roca es una oomicrita, debido al predominio de oolitas sobre los intraclastos. En otros casos, la roca es una intraespatita, por el predominio de intraclastos sobre las oolitas y al cementante espático (Folk, 1962).

Arriba de las calizas masivas se presenta una alternancia de calizas arcillosas negras de estratificación delgada (20 cm) y lutitas de estratificación también delgada. En esta alternancia se han identificado fósiles, consistentes en pelecípodos, braquiópodos, corales y amonitas.

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 2.2 Mapa geológico detallado del área de Puerto Blanco.



- Ticu Ignimbrito Cuatralba
- Tcgu Conglomerado de Gudnajuato
- Tgco Granito de Comanja
- Kilp Caliza La Perilita
- R-Jus Unidad Sedimentaria

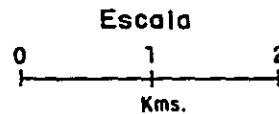


Fig. 2.2

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Sobre las calizas fosilíferas anteriormente mencionadas, se presenta una alternancia de caliza, lutita y calcarenita en estratos delgados, de 3 a 15 cm; las calcarenitas tienen gradación normal y están intercaladas con lutitas y limolitas, presentando una estratificación muy delgada, de 1 a 5 cm; ocasionalmente, dentro de las calcarenitas y lutitas limolíticas, se presentan calizas en capas delgadas.

Hacia la cima, la secuencia es más clástica y de grano fino, presentándose lutitas limolíticas y escasos horizontes de limolitas calcáreas de color pardo rojizo, en cuerpos de mediano espesor, (figura 2.3).

En el afloramiento situado próximo al Puerto Blanco, se midió con altímetro y brújula, un espesor total de 164 m. Al oriente de Bernalejo no se pudo medir el espesor de la Caliza La Perlita debido a lo inaccesible del lugar y a que la secuencia no se presenta completa, estando sólo un cuerpo de caliza masiva arrecifal.

### Relaciones estratigráficas

La caliza La Perlita sobreyace a la Unidad Sedimentaria con discordancia angular y erosional. En el paraje de Puerto Blanco, el cuerpo basal de calizas masivas descansa en un contacto discordante poco claro. Este cuerpo desaparece lateralmente y en su lugar se presenta una alternancia de calizas y calcarenitas de estratificación delgada, con un conglomerado oligomictico en la base, el cual descansa en discordancia angular sobre la Unidad Sedimentaria. El conglomerado está compuesto principalmente por clastos subredondeados de cuarzo lechoso del tamaño de arena gruesa, aunque existen algunos fragmentos mayores de tamaño de guijarros; la matriz del conglomerado es calcárea.

El contacto superior es otra discordancia angular con el Conglomerado Guanajuato, y en algunos lugares con una toba de color blanco perteneciente a la Cubierto Volcánica Cenozoica de la Sierra de Guanajuato.

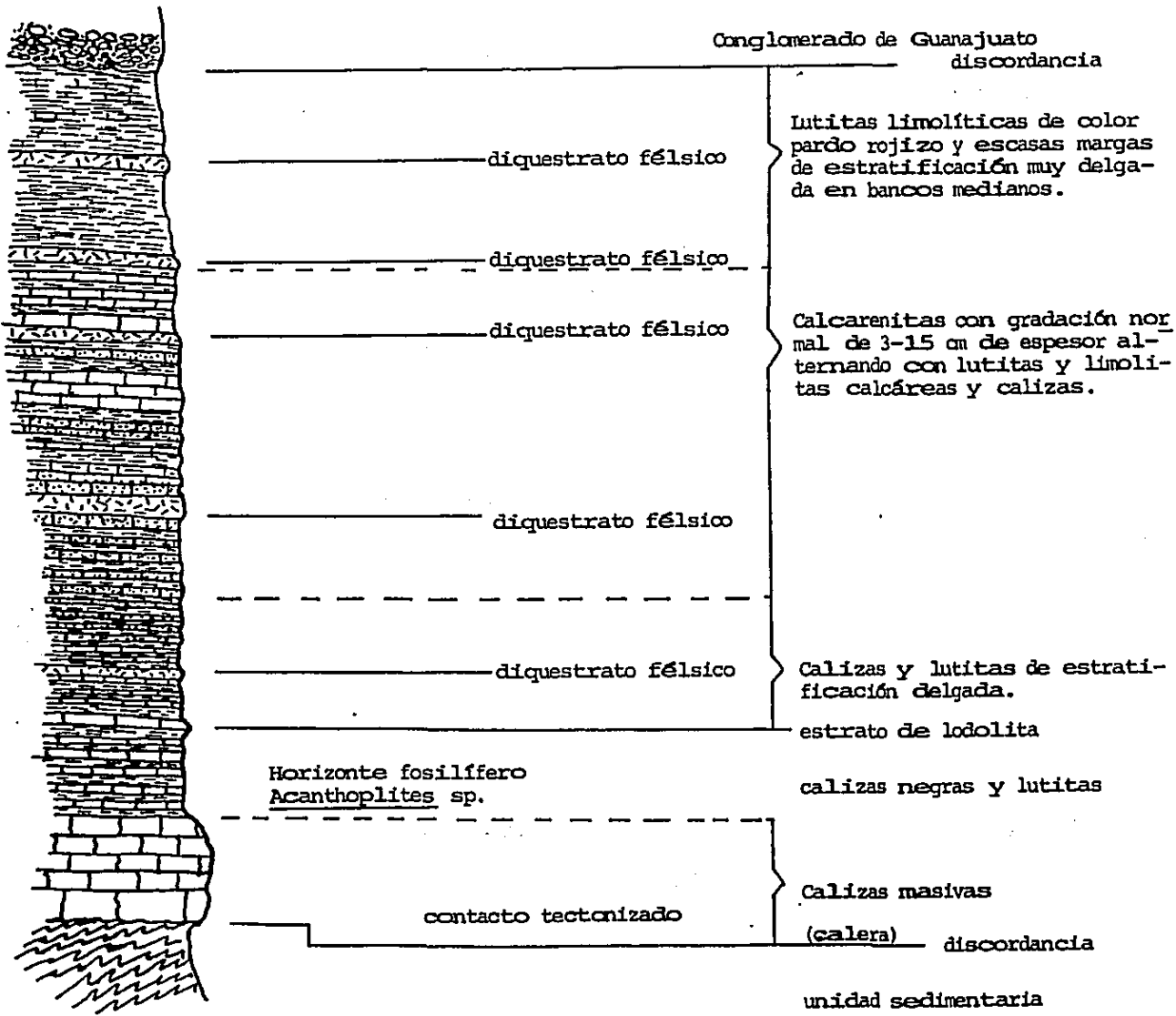
### Edad y correlación

Se recolectaron dos corales y una amonita en la base de la secuencia de la caliza La Perlita, encima de las calizas masivas. Los corales pertenecen a los géneros Peplosmilia M. Edw.-Haime, 1950; y Pleiosmilia sp., cuyo alcance estratigráfico

• Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

**Figura 2.3 Columna estratigráfica de la caliza La Perlita.**

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA CALIZA LA PERLITA



ESCALA 1:1,000

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

en la escala del tiempo es desde el Jurásico al Cretácico medio (Dra. G. Alencaster de Félix, comunicación personal).

La amonita colectada fue identificada como Acanthohoplites sp., cuyo alcance estratigráfico es más preciso que el de los corales y corresponde al Aptiano superior - Albiano inferior (M. en C. C. González-Arreola, comunicación personal).

Los alumnos de la Facultad de Minas de la Universidad de Guanajuato recolectaron en la caliza La Perlita Psilothyris sp., Lophosmilia sp., Astarte cf., Astarte subcostata d'Orbigny, Protocardia sp., Neithea cf., Neithea texanus Roemer, Lunatia? sp. y Cerithiella sp., aparte de gasterópodos indeterminables y varios serpúlidos. Este material paleontológico, correspondiente al Aptiano - Albiano, fue determinado gentilmente por la Dra. M. C. Perrillat y por el Dr. F. X. Vega-Vera del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

En el material colectado por los alumnos de la Facultad de Minas fue identificada una amonita perteneciente al género Hysteroceeras sp., según la determinación efectuada por la M. en C. Celestina González Arreola. Por otro lado, en el mismo material fueron identificados los siguientes microfósiles: Calciphaerula innominata, Pithonella ovalis, Textularia sp. y Bonetocardiella conoidea, pertenecientes al Albiano superior (Celestina González-Arreola, comunicación personal).

El abundante material paleontológico mencionado permite asignar a la caliza La Perlita una edad comprendida entre el Aptiano temprano y el Albiano tardío.

### Ambiente de depósito

Probablemente, la caliza La Perlita pertenece a una secuencia sedimentaria desarrollada sobre altos topográficos submarinos, cercanos a la costa, recibiendo la influencia de materiales clásticos finos y arenosos del litoral. Se deduce entonces que el ambiente sedimentario es de alta energía, en una barrera litoral posiblemente arrecifal.



## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

### 2.4 Granito Comanja

#### Definición

Los primeros antecedentes referidos a este intrusivo granítico pertenecen a Wittich (1909), autor que hace mención de un granito de carácter pegmatítico, en su trabajo sobre los diques aplito - pegmatíticos que afloran en la Mesa de la Estancia, cerca del rancho de Arperos, al sur del área en estudio.

González-Reyna (1959) tituló su artículo sobre la mineralización de Guanajuato "El intrusivo granítico de Arperos y su influencia en la mineralización de Guanajuato, Gto."; desde esta publicación el intrusivo granítico se ha referido con el nombre informal de "Granito de Arperos".

El autor de esta tesis propone que el término "Granito de Arperos" sea abandonado y reemplazado por el de "Granito Comanja", ya que en la localidad de Arperos no aflora el intrusivo granítico, mientras que en Comanja se presenta en una superficie de aproximadamente 80 km<sup>2</sup>, dentro del área de estudio y sobre este intrusivo está asentada la población de Comanja de Corona. Arperos se encuentra asentada sobre un cuerpo gabroide el cual no presenta relación genética con el intrusivo en cuestión.

#### Distribución

El granito Comanja, aflora en las inmediaciones de la población homónima, siendo en esta parte donde se encuentra mejor expuesto y presenta extensos afloramientos.

El intrusivo se extiende hacia el sureste en dirección a la región de la Estancia de Comanjilla, ubicada en la parte central de la Sierra de Guanajuato, fuera del área estudiada. Forma un batolito de aproximadamente 160 km<sup>2</sup>. Los afloramientos no son continuos sino que están interrumpidos por las rocas intrusionadas, las cuales se presentan como remanentes del techo no erosionado.

Los principales afloramientos poseen una elongación en el sentido NW - SE y se presentan en una franja de aproximadamente 10 km de anchura, mientras que las discontinuidades ocupadas por las rocas de la Unidad Sedimentaria intrusionadas se presentan en la misma dirección. El batolito presenta dos afloramientos distales mayores en las áreas de Comanja y de la Estancia de Comanjilla. El cuerpo que aflora en Comanja tiene forma

semielíptica cuyo eje mayor está orientado en la dirección general de los afloramientos (NW - SE), desapareciendo debajo de las rocas encajonantes en dirección noroccidental. La porción granítica que aflora en la vecindad de Comanjilla tiene una forma elíptica mejor definida que en el caso anterior, con el eje mayor en la dirección mencionada.

La orientación de las direcciones mayores de los afloramientos sugiere una continuidad en profundidad del batolito de Comanja. Notoriamente las discontinuidades se presentan entre las dos masas principales del granito.

El granito de Comanja siempre está aflorando en los sitios donde la cubierta volcánica cenozoica ha sido removida por erosión, quedando los afloramientos del intrusivo en los llanos y en los bajos topográficos de la Sierra de Guanajuato.

### Litología

Macroscópicamente el granito Comanja es una roca leucocrática, fanerítica con grandes fenocristales de feldespato potásico dentro de una mesóstasis de cuarzo y feldespato con algunos cristales de biotita.

Microscópicamente el granito presenta una textura hipidiomórfica granular consistente de cristales de cuarzo euedrales y subedrales, a veces como fenocristales, feldespato potásico y poca plagioclasa sódica (albita - oligoclase). La biotita, en cantidades subordinadas, se presenta en forma de cristales tabulares subedrales, mientras que, por zonas, se agrupan cristales de turmalina (chorlo), en proporciones accesorias; otro mineral accesorio identificado fue el apatito, presente en cristales euedrales dispersos en la mesóstasis de cuarzo y feldespatos.

No se realizaron análisis químicos del granito Comanja, pero las muestras de mano y las determinaciones microscópicas sugieren que se trata de una roca muy silícica con afinidades calcialcalinas.

### Edad

El granito de Comanja intrusión a las rocas del basamento y es cubierto por el Conglomerado Guanajuato y las rocas de la Cubierta Volcánica Cenozoica. En el área de estudio no pudo comprobarse si el Conglomerado Guanajuato está intrusionado por el granito.

Mújica-Mondragón y colaboradores (1983) determinaron una edad radiométrica del batolito de Comanja según el método K - Ar, de  $53-54 \pm 4$  Ma que corresponde al Eoceno temprano.

## 2.5 Conglomerado Guanajuato

### Definición

Los primeros antecedentes bibliográficos del Conglomerado Guanajuato fueron aportados por Villarelo y colaboradores (1906, p.15-17), Wandke y Martínez (1928, p.9), autores que asignaron el nombre mencionado a una secuencia clástica continental de carácter conglomerática en un estudio de geología económica en el Distrito Minero de Guanajuato.

Edwards (1956) en una investigación sobre algunos conglomerados rojos del Terciario del centro de la República Mexicana realizada en 1949, utilizó el término de "El Conglomerado Rojo" para denominar a una secuencia de conglomerados, gravas y areniscas aflorantes en los alrededores de la Ciudad de Guanajuato.

Fries y colaboradores (1955) hacen referencia del artículo en prensa de Edwards, en un estudio de carácter paleontológico en el Conglomerado de Guanajuato, y, al igual que Edwards (1956), le denominan Conglomerado Rojo a esta secuencia clástica.

En el presente estudio se ha utilizado el nombre de Conglomerado Guanajuato como lo hicieron Wandke y Martínez en su trabajo original de 1928, eliminando el término referido a su coloración como lo recomienda el Código de Nomenclatura Estratigráfica Americano (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1983).

### Distribución

El Conglomerado Guanajuato aflora principalmente en los alrededores de la ciudad homónima; otros afloramientos se encuentran en la Sierra de Guanajuato, en las cercanías de Duarte, siendo las exposiciones en el área cartografiada de menor superficie que las mencionadas. Aflora en las cercanías de la Presa del Maguey, en el talud de la Sierra de Cuatralba, también al oriente de Bernalaje y en el paraje del Puerto Blanco, (figura 2.3) este último cercano al afloramiento principal de la

caliza La Perlita. Otros afloramientos del Conglomerado Guanajuato se localizan al occidente del área cartografiada, al poniente del Cerro El Roble, donde forma un terreno ondulado y de coloración rojiza que resalta de las otras rocas del área, permitiendo su fácil identificación.

### Composición

El Conglomerado Guanajuato es de carácter polimictico. Wandke y Martínez (1928) mencionan la existencia de guijarros de granito, basálto, riolita, lutita y caliza, abundando los fragmentos de rocas félsicas.

El color rojizo de esta unidad se debe a la existencia de limonita en la matriz que tiñe los fragmentos del sedimento.

Edwards (1956) presenta un estudio de varias muestras del conglomerado, en las que el predominio de rocas volcánicas rebasa el 50 %, siendo más abundantes las de composición riolítica y latítica que los andesíticos y basálticos. También, en menor proporción, se presentan clastos de rocas graníticas y dioríticas, y, en forma escasa, caliza y pedernal.

Los fragmentos clásticos y la matriz del Conglomerado Guanajuato contienen los productos de la desintegración de varios tipos de rocas volcánicas, sedimentarias y metamórficas, variando la proporción de éstas de lugar a lugar; la matriz arenosa del conglomerado está cementada por óxidos de hierro y/o carbonatos. También se presentan granos individuales del tamaño de la arena compuestos de albita, oligoclasa, sanidino, cuarzo, biotita, calcita, clorita, serpentina, magnetita y hematita.

El Conglomerado Guanajuato forma en los lugares donde fue observado estratos poco definidos, cuyos componentes tienen el tamaño de los guijarros, y estos se componen de rocas volcánicas, principalmente de la Unidad Sedimentaria, y de rocas sedimentarias e intrusivas en menor proporción.

### Relaciones estratigráficas

El contacto inferior con la caliza La Perlita sólo se puede observar en el afloramiento del Puerto Blanco y en la localidad situada al oriente de Bernalejo, donde aflora la caliza. Este contacto es una discordancia angular; este tipo de relación estratigráfica también se observa en otros lugares de la Sierra de Guanajuato, sobre las rocas que componen el basamento de dicha sierra.

El contacto superior es visible en los lugares antes mencionados, y también representado por una discordancia angular con la ignimbrita Cuatralba.

En el Distrito Minero de Guanajuato el Conglomerado Guanajuato está sobreyacido discordantemente por la Arenisca Loseros (Martínez-Reyes, 1987, p.55). Por otro lado, aunque no fue posible visualizar el contacto del Conglomerado Guanajuato con la Andesita Bernalejo, se le infiere también discordante, debido a que el Conglomerado Guanajuato presenta inclinaciones y la Andesita Bernalejo no.

### Edad

Edwards y Ortiz, (1950) colectaron en el Conglomerado Guanajuato algunos restos de vertebrados fósiles, a 2 km al sur de Marfil. En las mismas fechas, Fries y colaboradores (1950) emprendieron un estudio paleontológico del Conglomerado Guanajuato, identificando algunos vertebrados de los géneros Paradipsosauros Fries, Hibbard y Dinkle, que es una cabeza de reptil de la familia de las iguanas. En el mismo estudio se describen Floresomys Fries, Hibbard y Dumble, que es una mandíbula inferior de un roedor. La investigación de Fries abarcó el análisis de los restos de extremidades caudales de un tapiroide encontrado anteriormente también en la misma localidad.

Según Fries y colaboradores (1950) la edad de los fósiles mencionados es desconocida debido al limitado conocimiento en esos años de la fauna del Cenozoico, en especial para México, lo cual dejó en el terreno de la especulación la edad del Conglomerado Guanajuato. El autor infiere una edad no más joven que el Oligoceno temprano para el depósito de la unidad.

Ferrusquia-Villafranca (1987) basándose en nuevo material paleontológico colectado en el "Miembro Inferior", concluye que éste es de una edad comprendida entre el Eoceno medio y el Eoceno tardío. La fauna descrita por el investigador son: Viverravus sp. y Apheliscus o Haplomytus.

Tomando como base las relaciones estratigráficas y las evidencias paleontológicas para determinar la edad del conglomerado, se infiere en este estudio que la roca se depositó en un periodo de tiempo comprendido entre el Eoceno medio y el Oligoceno temprano.

## 2.6 Grupo León

Se ha utilizado el nombre de Grupo León para designar a todas las rocas volcánicas y sedimentarias clásticas cenozoicas que se encuentran en los alrededores de Comanja, en la Sierra y en el Bajío, cubriendo a todas las rocas agrupadas bajo la denominación de "Basamento". Dentro de este grupo se distinguen varias unidades litoestratigráficas: andesita Bernalejo, grava Los Lozano, basálto Dos Aguas, ignimbrita Cuatralba, andesita Mesa de Santiago y grava Los Ranchos. A continuación se describirán brevemente las características de cada unidad.

### 2.6.1 Andesita Bernalejo

#### Definición

Se ha adoptado el término andesita Bernalejo para designar a un cuerpo de lavas de esa composición, de color gris oscuro, aflorantes en los alrededores de el caserío Bernalejo, situado a 5 km al nororiente de Comanja.

#### Distribución

La andesita Bernalejo forma parte del talud de la Sierra Cuatralba, como se designa localmente a la Sierra de Guanajuato. Forma una planicie inclinada hacia Comanja y algo disectada por algunos arroyos donde se presentan los mejores afloramientos de la unidad.

#### Litología

La Andesita Bernalejo es una roca muy resistente a los procesos erosivos. En el campo se observa de color gris oscuro debido a la presencia de vidrio volcánico y a la matriz de caracter microcristalino.

Al microscopio se observa una textura porfídica, consistente de fenocristales zoneados de plagioclasa media (andesina) embebidos en una matriz microcristalina hialopilitica de plagioclasa sódica, posiblemente oligoclasa. Además se identificaron escasos fenocristales de clinopiroxeno (augita) y de ortopiroxeno (hiperstena).

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

### Relaciones estratigráficas

El contacto inferior de la andesita Bernalejo con el granito Comanja no es muy claro, pero parece ser de carácter discordante. Cabe mencionar que el contacto referido se presenta notablemente lineal, tal como lo revelan las fotografías de satélite tomadas por Neri-Vela, R lo cual sugiere un contacto de carácter tectónico. Tampoco es fácil visualizar dicho contacto en relación con las rocas del basamento, pero se le infiere también discordante.

La andesita Bernalejo no es más antigua que el granito, ya que no presenta evidencias de recristalización por efectos de la intrusión, es decir es más joven que 53 m.a.

Sobreyace a la andesita Bernalejo la ignimbrita Cuatralba en un contacto de tipo concordante, observable en las cercanías de Bernalejo y en el escarpe que forma la Sierra Cuatralba.

Las relaciones estratigráficas con el Conglomerado Guanajuato no son muy claras, aunque la Andesita Bernalejo parece cubrir al conglomerado discordantemente en el talud de la Sierra Cuatralba, al oriente de Bernalejo.

### Edad y correlación

Por su posición estratigráfica sobreyacente al Granito Comanja y al Conglomerado Guanajuato, se le asigna a la andesita Bernalejo, en forma tentativa, una edad oligocénica, basándose en la edad del conglomerado y en el supuesto de que la ignimbrita Cuatralba se depositó durante el Mioceno, época en la que está registrada la acumulación de la mayor parte de las rocas ignimbriticas de la Sierra Madre Occidental (McDowell y Clabaugh., 1981, p.199).

Se correlaciona a la Andesita Bernalejo con la Andesita El Gigante (Martínez-Reyes, 1987), que aflora en el cerro del mismo nombre, ubicado a 20 km al NNW de la ciudad de Guanajuato

## 2.6.2 Grava Los Lozano

### Definición

Se ha denominado grava Los Lozano a una unidad sedimentaria que infrayace a la ignimbrita Cuatralba al occidente del área cartografiada. La unidad está compuesta por fragmentos angulosos y subangulosos del tamaño de la grava de las rocas preexistentes.

### Distribución

El área de afloramiento de la Grava Los Lozano está restringida a la porción meridional y occidental del mapa elaborado, en los lugares donde la erosión permite observar a la unidad.

Los sectores más accesibles para observar esta unidad son el Arroyo de La Angostura y la parte nororiental de la Sierra Picachos, cerca del rancho Los Lozano, de donde toma su nombre.

### Litología y espesor

En el campo La Grava Los Lozano se presenta como una roca blanquecina, constituida por rocas del basamento, sobre todo sedimentarias, y por guijarros derivados de rocas graníticas del intrusivo de Comanja y calcáreas de la Caliza La Perlita, principalmente.

La matriz de los guijarros es de carácter arenoso que cambia irregularmente de lugar a lugar, convirtiéndose en un material tobáceo, de color blanquecino y muy deleznable, lo cual facilita notablemente su erosión.

El espesor no fue posible determinarlo con alguna aproximación, ya que el contacto inferior no aflora; no obstante, la porción aflorante se estima próxima a los ochenta metros de espesor.



### Relaciones estratigráficas

El contacto inferior de La Grava Los Lozano no está expuesto, pero se le supone discordante sobre las rocas del basamento; el contacto superior es concordante con la Ignimbrita Cuatralba.

### Edad

La posición estratigráfica de la Grava Los Lozano, abajo de la Ignimbrita Cuatralba, sugiere una edad oligocénica tardía, probablemente anterior al depósito de la ignimbrita y contemporánea o posterior a la Andesita Bernalejo.

## 2.6.3 Ignimbrita Cuatralba

### Definición

Se ha denominado Ignimbrita Cuatralba a todo aquel material volcánico, principalmente ignimbrítico, que aflora en la Sierra Cuatralba, en las mesas que están cercanas a León, Lagos de Moreno, y en el borde suroccidental de la Sierra de Guanajuato.

### Distribución

Esta unidad se presenta principalmente en la Sierra Cuatralba, formando extensas mesas hacia el sur y oriente del área cartografiada. También se extiende en la Mesa Central hacia Aguascalientes, siendo estas mesas los principales rasgos geomorfológicos en toda la Mesa Central.

### Litología

La Ignimbrita Cuatralba presenta características petrográficas típicas de este tipo de rocas, tal como su textura vitroclástica, su estructura esferulítica y de flama (*fiamme*). Macroscópicamente se pueden observar las variaciones en cuanto a su grado de consolidación, pues existen tobas de pobre, mediana y densa piroconsolidación. Asimismo, también puede apreciarse claramente el desarrollo de diaclasas columnares típicas del enfriamiento.

Las muestras, que fueron estudiadas al microscopio presentan textura vitroclástica, desarrollada en una matriz formada por fragmentos de vidrio aplastado y piroconsolidados, y "shards" pumíticos. Inmersos en la matriz se presentan cristales subedrales y euedrales de cuarzo y feldespatos potásico; en menor cantidad se identifican cristales subedrales de plagioclasa sódica. Es frecuente que los cristales se encuentren fragmentados mostrando, al menos, algunos de sus contornos cristalográficos. A veces se presentan estructuras de desvitrificación, con feldespatos y cuarzo en forma de pequeños cristales radiales. Generalmente la matriz es vítrea y muy consolidada, pero en algunos ejemplares la matriz está compuesta de un mosaico de cristales de feldespatos y cuarzo, probablemente producto de una desvitrificación completa.

Con base en las características mineralógicas mencionadas, se puede clasificar a la Ignimbrita Cuatralba como una ignimbrita riolítica.

Las rocas volcánicas situadas estratigráficamente hacia la base de la Ignimbrita Cuatralba, presentan una mineralogía que permite clasificarlas como un pórfido dacítico, cuya matriz está constituida por microcristales de plagioclasa y cuarzo subordinado.

### Relaciones estratigráficas

La Ignimbrita Cuatralba descansa concordantemente sobre la grava Los Lozano en la región occidental del área estudiada y sobre la Andesita Bernalejo en las cercanías del rancho del mismo nombre. En Puerto Blanco, la ignimbrita descansa sobre el Conglomerado Guanajuato en discordancia angular.

El contacto superior con otras unidades no existe o fue erosionado.

### Edad y correlación

De acuerdo con sus relaciones estratigráficas, le corresponde a la Ignimbrita Cuatralba una edad miocénica, lo que permite correlacionarla con el Supergrupo Volcánico Superior (McDowell y Clabaugh, 1981), cuyas edades fluctúan entre los 34 y 23 Ma (Oligoceno - Mioceno temprano).

También se correlaciona a la Ignimbrita Cuatralba con la unidad II y con la parte inferior de la unidad III de Nieto-Obregón y colaboradores (1985), en el Estado de Jalisco,

## Tesis Comanja de Lerona Guanajuato.

que corresponden al Mioceno. Se deduce entonces que la Ignimbrita Cuatralba mas probablemente es del Mioceno y, posiblemente, del Mioceno temprano.

### 2.6.4 Basalto Dos Aguas

#### Definición

Se ha denominado Basalto Dos Aguas a una unidad de lava basáltica que aflora al norte de León, Gto., ocupando una superficie de alrededor de 100 Km<sup>2</sup> y que forma un relieve topográfico conocido con el nombre de Cerro Dos Aguas.

#### Distribución

El Basalto Dos Aguas forma un solo afloramiento continuo, siendo éste la prominencia topográfica antes mencionada, sin existir otros afloramientos de la misma unidad en el área cartografiada.

En la porción central del cerro existe una depresión que parece ser el cráter de un volcán y el conducto por el cual fueron eruptadas las lavas basálticas.

#### Litología

Microscópicamente, el Basalto Dos Aguas presenta una matriz constituida por cristales subhedrales de labradorita y cantidades subordinadas de piroxeno subhedral, en un arreglo textural traquítico. Embebidos en esta matriz se presentan algunos cristales de olivino idingsitizados, así como también algunos cristales subhedrales de ortopiroxeno y clinopiroxeno y, escasamente, labradorita.

#### Relaciones estratigráficas

El Basalto Dos Aguas está interestratificado con la Ignimbrita Cuatralba, pudiéndose observar el contacto inferior al oriente de Jaramillo de Abajo. El contacto superior es observable sobre los cortes del libramiento de la carretera que comunica a León con Lagos de Moreno, al norte de León.

#### Edad y correlación

De acuerdo con su posición estratigráfica, al Basalto Dos Aguas le corresponde una edad miocénica tardía, correlacionable con el Basalto calcoatlalino de la unidad III de la región Santa Rosa - San Pedro Anasco, Jal., el cual tiene una edad de 8.52 ± 0.18 Ma (Meto Obregón et al., *op. cit.*), correspondiente al Mioceno tardío.

## 2.6.5 Andesita Mesa de Santiago

### Definición

Se ha utilizado el nombre de andesita Mesa de Santiago para denominar un cuerpo andesítico que forma el rasgo topográfico homónimo y que se presenta al sur del área cartografiada.

### Distribución

La andesita Mesa de Santiago aflora en la mesa del mismo nombre y en el Cerro Gordo, ubicado al norte de la ciudad de León, Gto., estando ausente en el resto del área estudiada.

### Litología

Macroscópicamente, la andesita Mesa de Santiago presenta un color pardo - grisáceo, y, a diferencia de la andesita Bernalejo, no es muy resistente a la erosión, estando regularmente consolidada.

Al microscopio presenta una textura traquítica, constituida principalmente por plagioclasa intermedia (andesina) en cristales subedrales, y piroxeno en cantidades subordinadas, los cuales presentan una orientación subparalela ocasionada por el flujo de la lava. Algunos pequeños cristales de ortopiroxeno y de clinopiroxeno se encuentran embebidos en la matriz de plagioclasa. Además, como accesorio, se presenta magnetita en cristales euedrales dispersos. Esta mineralogía es típica de una andesita.

### Relaciones estratigráficas

Solamente el contacto inferior de esta unidad litoestratigráfica es observable, el cual es una discordancia angular con las rocas de la Unidad Sedimentaria del basamento. En el Cerro Gordo, la Andesita Mesa de Santiago descansa concordantemente sobre la ignimbrita Cuatralba.

### Edad

Según McDowell y Clabaugh (1981, *op. cit.*), la actividad ígnea volcánica en la región de El Salto, Dgo., y en El Espinazo del Diablo, de la Sierra Madre Occidental, se presentó hace 23 Ma. Nieto-Obregón y colaboradores (1985) interpretan que la

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

actividad volcánica continuó hasta hace  $5.53 \pm 0.12$  Ma en la parte más meridional de la Sierra Madre Occidental, depositando a la unidad III que es principalmente de naturaleza ignimbrítica.

Tomando las edades mencionadas como base para determinar la edad de la Andesita Mesa de Santiago, esta puede ser más joven que la fecha aportada por Nieto-Obregón y colaboradores (1985), que corresponde al Plioceno.

### 2.6.6 Grava Los Ranchos

La unidad más joven que aflora en el área de estudio (con excepción del aluvión), es una unidad sedimentaria, principalmente clástica, que ha sido denominada grava Los Ranchos. Esta unidad está bien desarrollada en los alrededores de la hacienda de San José de Los Ranchos; está compuesta de fragmentos líticos angulares a subredondeados de todas las unidades litoestratigráficas presentes en el área cartografiada; predominan los guijarros dentro de una matriz arenosa.

La grava Los Ranchos se localiza principalmente cubriendo, en parte, a la ignimbrita Cuatralba, y formando lomeríos suaves en los alrededores de Lagos de Moreno, Jal.

La grava Los Ranchos no es más antigua que la Andesita Mesa de Santiago, debido a que esta última descansa sobre la ignimbrita Cuatralba en el Cerro Gordo, al norte de León, Gto.

## CAPITULO 3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

### 3.1 Introducción

La Ofiolita Barbosa y la Unidad Sedimentaria que constituyen el "basamento" han sufrido los efectos de deformación y Magmatismo presentándose como un "basamento" que ha sido plegado metamorfoseado, intrusionado y afallado constituyéndose así en una porción de la corteza con una historia geológica compleja. La caliza La Perlita también presenta los efectos de una deformación aunque no tan severa, pues no está foliada y solo se encuentra inclinada hacia el NE. El Conglomerado Guanajuato presenta inclinaciones moderadas y pronunciadas debidas probablemente a eventos tectónicos. Por otro lado todas estas rocas se encuentran cubiertas por rocas volcánicas en su mayoría que son el resultado del vulcanismo cenozoico.

### 3.2 Pliegues y cabalgaduras

Las rocas que muestran mas claramente, en el área de estudio, los efectos de de deformación son las de la Unidad sedimentaria que en la mayoría de los casos, es paralela a la estratificación. Los intervalos pelíticos de la secuencia están intensamente foliados, aunque en algunos lugares del área de estudio, esta característica está poco desarrollada.

La intensidad de las deformaciones se puede apreciar con claridad en los cortes de la carretera León - San Felipe, hacia la porción suroriental del área, donde es fácil observar el grado de deformación de la Unidad Sedimentaria que presenta pliegues muy cerrados, isoclinales y replegados. Se midió la orientación del plano axial de un pliegue anticlinal buzante de aproximadamente 15 m, obteniéndose una dirección de S 80° W, buzante 15°. En un flanco de ese pliegue se midió el rumbo del eje de un pliegue secundario, producto de la segunda deformación, obteniéndose una orientación de N 42° W y 12° de buzamiento. Otras estructuras plegadas fueron detectadas una inmediatamente al SE de la Mesa de Santiago, en la Ofiolita Barbosa, y otras hacia el occidente de ese sector, desarrolladas exclusivamente en la Unidad Sedimentaria, (lámina I).

Las rocas de la Ofiolita Barbosa están formando un pliegue anticlinal de unos 1,000 m amplitud, teniendo su plano axial un

rumbo de N 45° W, buzando hacia el NW. Este anticlinal cabalga hacia el nororiente por medio de una falla de cabalgadura orientada hacia el NW, (Figura 3.1), que pone en contacto tectónico a la Ofiolita Barbosa con rocas calcáreas metamorfoseadas de la Unidad Sedimentaria, (lámina II sección CC'). Los pliegues ubicados al occidente de la referida mesa, son un anticlinal flanqueado por dos sinclinales, también de unos 1,000 m de amplitud cuyos planos axiales tienen un rumbo de N 70° W.

Otra pequeña estructura plegada de unos 5 m fue encontrada en la porción norte del área, en la Sierra Alta, teniendo su plano axial un rumbo de N 35° W el pligie buza hacia el NW con 14°. En esta parte, la inclinación de las capas es muy variable, debido al intenso plegamiento que se presenta en esta parte.

Hacia la periferia occidental del Granito Comanja la Unidad Sedimentaria está inclinada hacia el poniente, lo cual probablemente haya sido provocado por esta intrusión.

Como se mencionó anteriormente, la caliza La Perlita solamente aflora en dos localidades, siendo la posición estructural promedio en ambas de N 43° E- 46° hacia el oriente, sugiriendo ser el flanco nororiental de un pliegue orientado hacia el NW. También en la localidad de Puerto Blanco, se pudo observar dentro de la secuencia un pequeño pliegue anticlinal cuya posición estructural es con rumbo del plano axial de N 5° W, inclinación del plano axial de 70° E, y buzamiento del pliegue de 56° N. En esta localidad se observan también algunos diquestratos félsicos, dentro de la secuencia sedimentaria. También pueden ser observadas dos discordancias angulares, abajo (Figuras 3.2 y 3.3), y arriba (Figura 3.3), de la caliza la Perlita con las rocas de la Unidad Sedimentaria y con el Conglomerado de Guanajuato, respectivamente.

El otro afloramiento de la caliza La Perlita presenta a la secuencia sedimentaria inclinada, en general, hacia el N 20°E con 45° de inclinación. Las rocas del "basamento", representadas aquí por un conglomerado, se inclinan hacia el S 9° W y 75° de intensidad. La discordancia parece no estar presente y el contacto entre las dos unidades está representado por una falla, cuyo tipo no fue posible determinar.

### 3.3 Discordancias

Se detectaron tres planos de discordancia angular en las cercanías de la localidad denominada Puerto Blanco, (figura 2.2).

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 3.1 Sección estructural esquemática de la Ofiolita Barbosa en el Arroyo del mismo nombre.



# Sección Estructural en Arroyo Barbosa

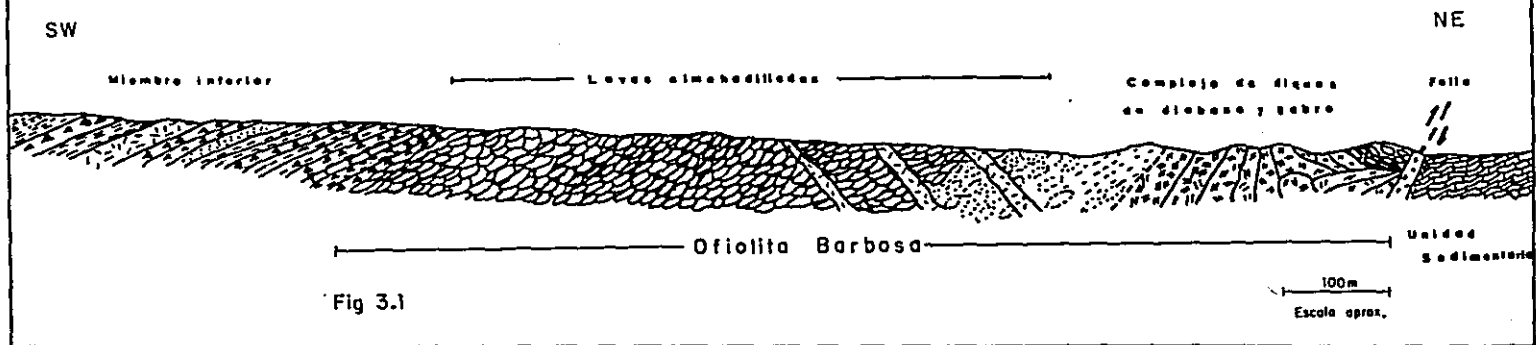


Fig 3.1

La mas antigua de estas discordancias se encuentra entre la Unidad Sedimentaria y la caliza La Perlita. La otra se presenta entre la caliza La Perlita y el Conglomerado Guanajuato y además es una discordancia erosional. Finalmente la discordancia mas joven está entre el Conglomerado Guanajuato y la ignimbrita Cuatralba, (figuras 3.2 y 3.3).

El plano de discordancia mas antiguo tiene un rumbo de N 60° W e inclinación de 55° hacia el NE, siendo claramente visible que se encuentra tectonizada, dando la impresión de ser una cabalgadura. Además, en los estratos de la caliza La Perlita existen horizontes más arcillosos, muy tectonizados tambien, formando parcialmente zonas de brecha.

La discordancia que pone en contacto a la caliza La Perlita con el Conglomerado Guanajuato, presenta un rumbo de N 75° W e inclinación de 82° hacia el noreste. Es muy probable que este plano de discordancia esté afallado, e incluso haya sufrido rotación, por el efecto de una deformación posterior que acentuó la que pudo tener al depositarse.

La discordancia que se presenta entre el Conglomerado Guanajuato y la ignimbrita Cuatralba significa que, ya sea por esfuerzos compresionales o tensionales el Conglomerado Guanajuato sufrió una deformación que modificó su posición original.

El afloramiento más septentrional del Conglomerado presenta las siguientes posiciones estructurales N 59°E - 72°SE y N70°E - 74SE. Los afloramientos de la región oriental N31°W - 33°NE, N15°W - 59NE y N35°W - 80°NE. Por último, el afloramiento más occidental presenta las siguientes posiciones estructurales: N59°E - 33°NW y N75°E - 53°NW. Estas inclinaciones no las presentan las rocas volcánicas que sobreyacen al Conglomerado de Guanajuato, por lo que el evento geológico que las deformó se realizó antes del deposito de éstas.

### 3.4 Etapas de deformación

Algunos datos estructurales evidencian la disposición estructural de una época de deformación, que actuó perpendicular a la dirección NNW - SSE que presentan los datos mencionados; asimismo, también existen otros rasgos estructurales que definen claramente que otra dirección de deformación actuó perpendicular a el rumbo NW - SE, aproximadamente.

Haciendo uso de la red estereográfica de Schmidt, de característica equiareal, se realizaron rotaciones de los datos estructurales de las rocas, que están por debajo de la discordancia mas antigua. La rotación se aplicó hasta situar

**Tesis Comanja de Corona Guanajuato.**

**Figuras 3.2 y 3.3 Relaciones de contacto entre la caliza la Perlita y la Unidad Sedimentaria; de la caliza la Perlita y el Conglomerado Guanajuato y de este último con la ignimbrita Cuatralba.**

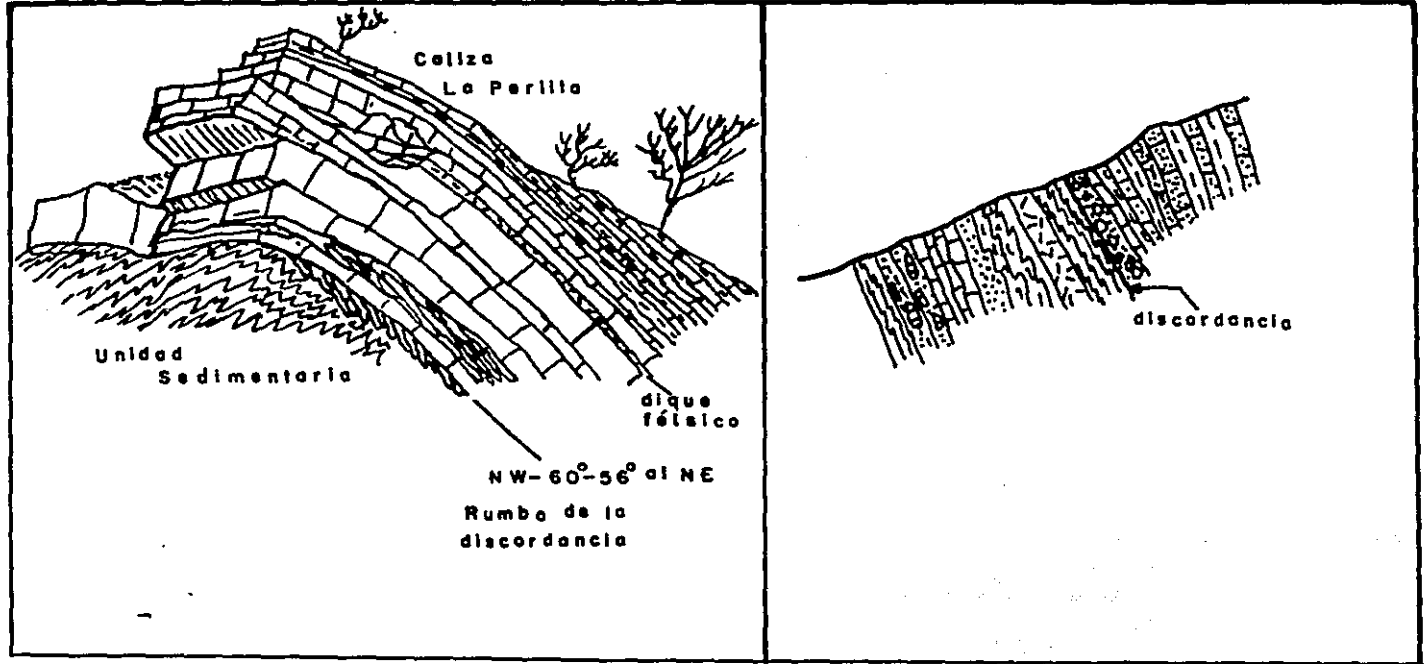


Fig 3.2

SW

NE

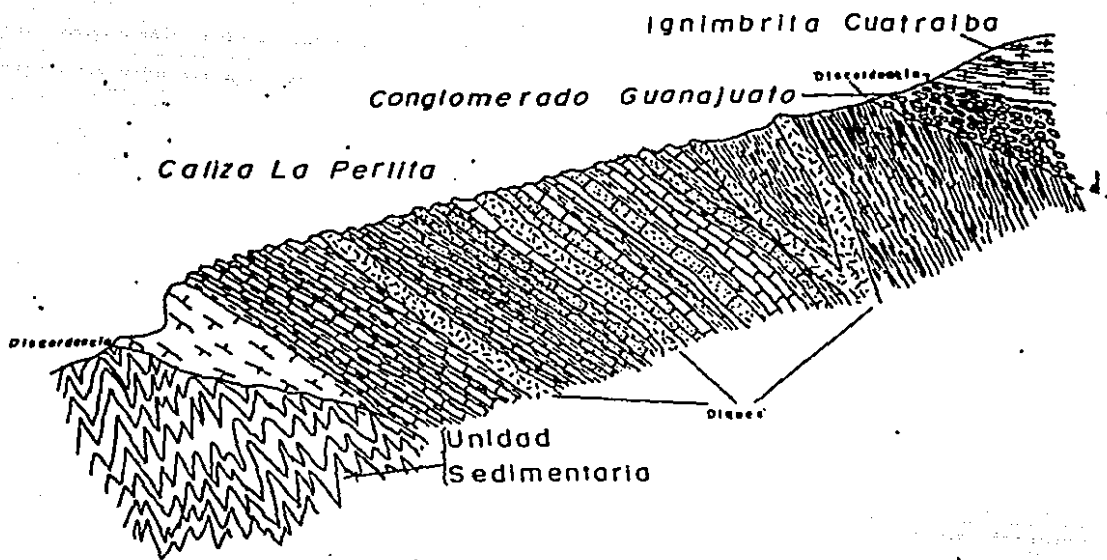


Figura 3.3

horizontal a la capa mas inferior de la caliza La Perlita, asi como "desplegar" a los pliegues de orientación NW-SE (deformación mas joven). Se tiene entonces que la mayoría de los polos muestran un agrupamiento tal, que evidencian una época de deformación que al actuar formó estructuras plegadas con orientaciones casi E-W, (figura 3.4).

Tambien se realizó la rotación de un pliegue de la Unidad Sedimentaria cuyo plano axial es S 80° W y buzamiento de 15° flancos "a" 60°S y "b" 70°N. Después de realizar la rotación, el plano axial tiene un rumbo de S60°W buzando 58°, además está recostado hacia el NW, (figura 3.5).

Con lo anterior se observa claramente que una deformación (Nevadiana), afectó a las rocas mas antiguas debajo de la discordancia antes del Aptiano temprano y después del Valanginiano (Neocomiano) plegando y metamorfosando a la Ofiolita Barbosa y a la Unidad Sedimentaria.

Esta deformación penetrativa no está presente en la caliza La Perlita la cual no muestra la intensidad de la deformación que tienen las unidades anteriores.

La siguiente etapa de deformación se presento después del depósito de la caliza La Perlita, probablemente en el Cretácico tardío o el terciario temprano. Suter (1984 p.1396) reporta una edad mínima de deformación del Paleoceno tardío y una edad máxima del Maestrichtiano tardío

Esta deformación formó estructuras plegadas con una dirección general NW-SE, como asi lo sugieren las posiciones estructurales de la caliza La Perlita.

No pudo reconocerse pliegue alguno en el Conglomerado Guanajuato, a pesar de las inclinaciones tan fuertes que éste tiene, lo cual es debido, probablemente, a que la magnitud de los afloramientos es reducida, o a que la inclinación haya sido producida por el afallamiento de tipo normal. No obstante, no se descarta la posibilidad de una etapa compresiva posterior al depósito del conglomerado.

Como se describió arriba el Conglomerado Guanajuato presenta diversas inclinaciones hacia rumbos distintos y con diversas inclinaciones. Esas inclinaciones son el producto de una etapa de deformación que fué activa antes del depósito de la andesita Bernalejo o la grava Los Lozano o sea durante el oligoceno. No es posible con los datos actuales, afirmar si esta etapa de deformación fue compresional o tensional.

Entonces los resultados de la rotación obtenidos para la caliza La Perlita (figura 3.6) no se asumieron en las rotaciones mostradas en la figura 3.4, para buscar la posición original de las rocas del "basamento".

Figura 3.4 Representación estereográfica polar de datos de foliación de la Unidad Sedimentaria antes y después de realizarse la rotación.

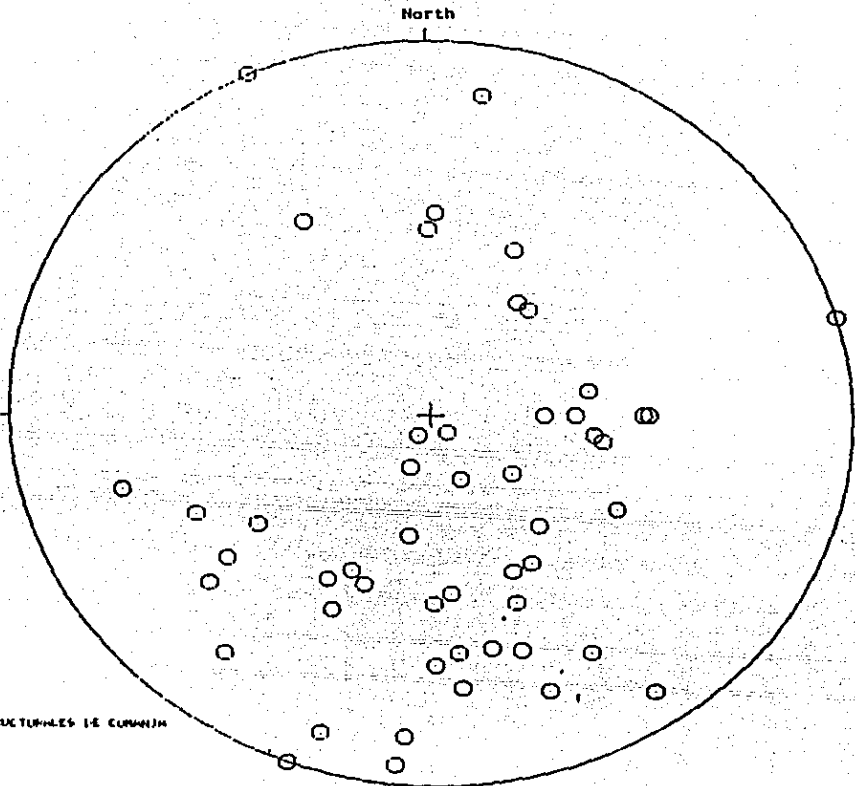
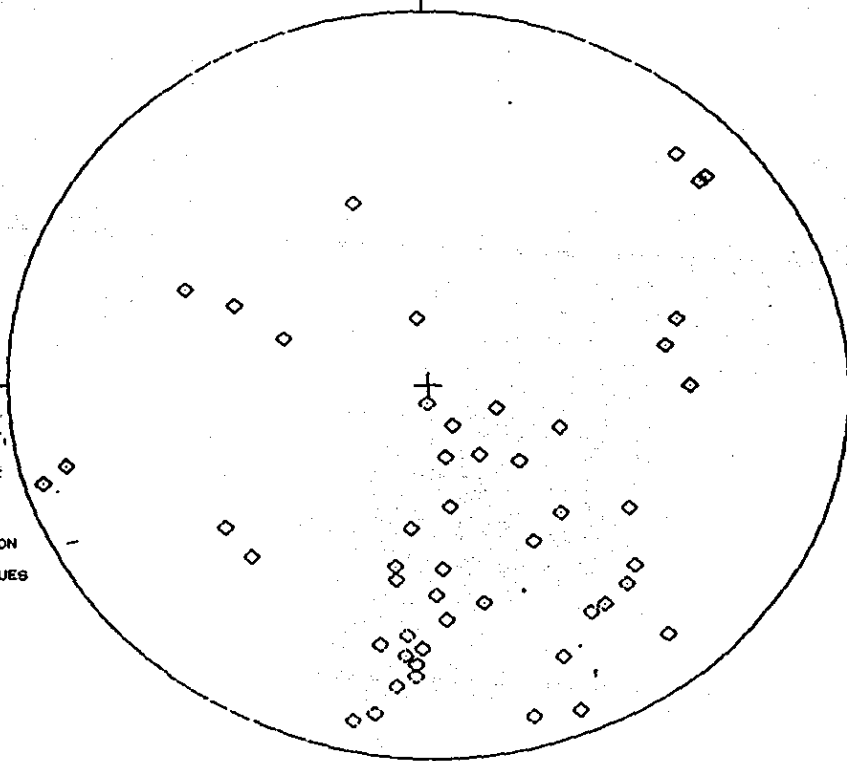


DIAGRAMA DE DATOS DESPUES DE HACERSE LA ROTACION  
North





Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 3.5 Proyección estereográfica que muestra la la rotación de la discordancia angular "U" entre la caliza La Perlita y la Unidad Sedimentaria la cual tiene un anticlinal asimétrico y buzante, buscando obtener su posición estructural antes de la deformación que afectó a la discordancia "U", cuya posición es  $N60^{\circ}W-55^{\circ}NE$ . La posición estructural del pliegue es: Rumbo del plano axial "E"= $S80^{\circ}W$  buzamiento del pliegue  $15^{\circ}$ .

El flanco "a" se inclina hacia el S con  $60^{\circ}$  de intensidad.

El flanco "b" se inclina hacia el N con  $70^{\circ}$  de intensidad.

Después de realizar la rotación se tiene:

Rumbo del plano axial "E"= $S60^{\circ}$  buzamiento del pliegue  $58^{\circ}$ .

El flanco "a" se inclina  $70^{\circ}$  hacia el N y el flanco "b"  $40^{\circ}$  hacia el NW.

El pliegue ahora esta rebostado hacia el NW.

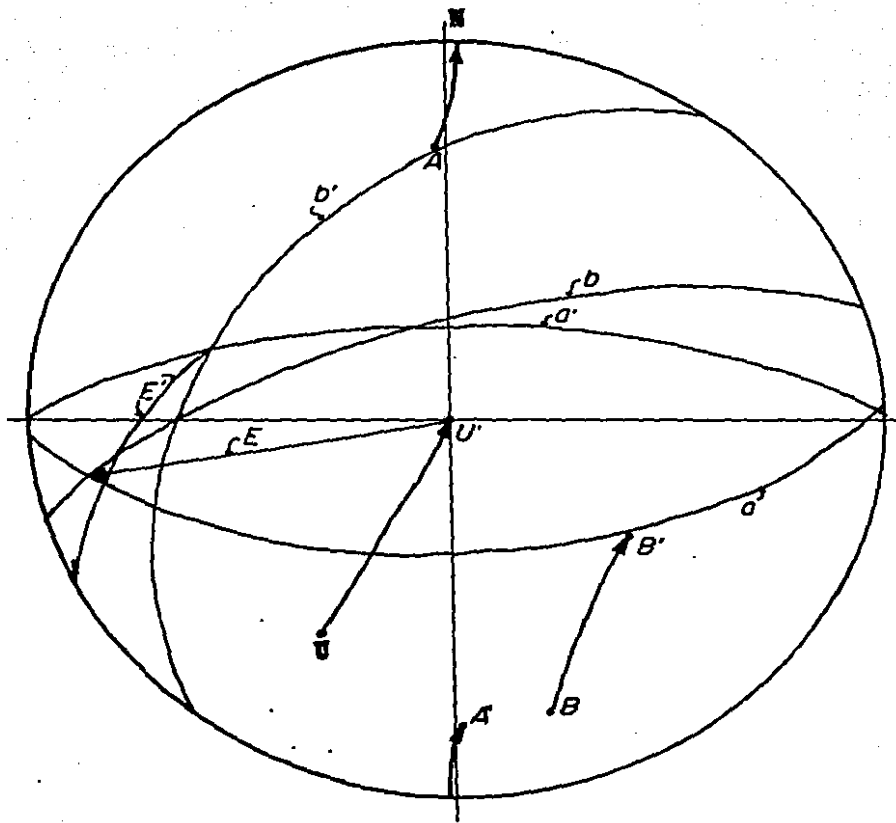


Figura 3.6 Rotación de polos de las inclinaciones secundarias de la ignimbrita Cuatralba, Conglomerado Guanajuato y caliza La Perlita a fin de encontrar las posiciones originales del conglomerado y la caliza.

Los datos estructurales son:

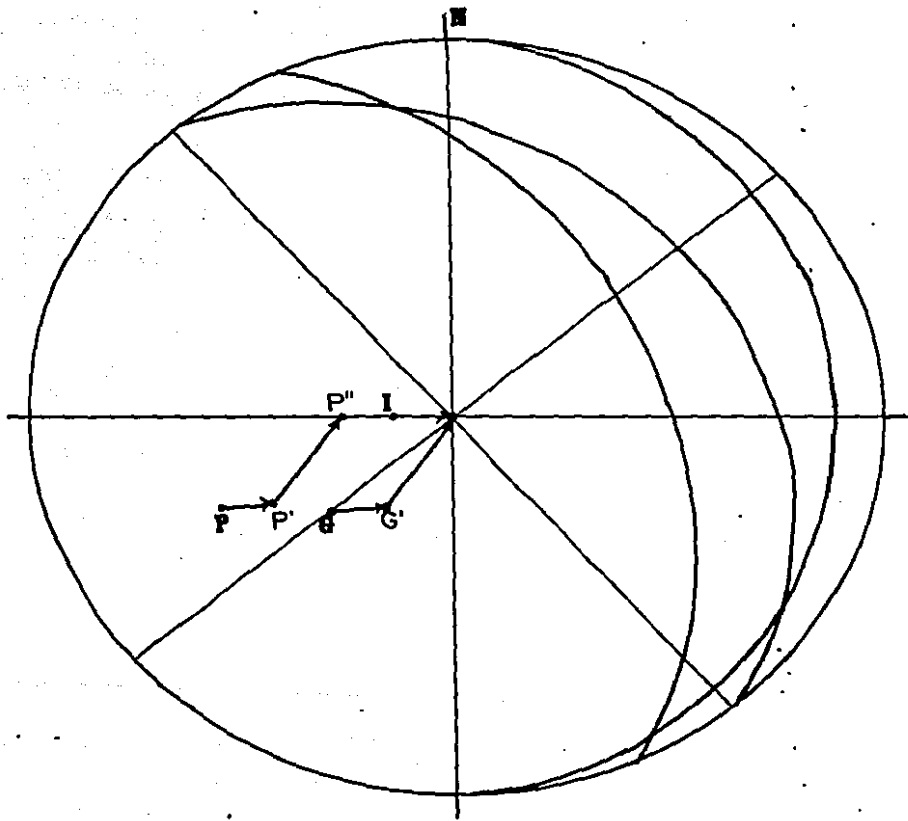
Ignimbrita Cuatralba	N-8-11°E.
Conglomerado Guanajuato	N40°W-31°NE.
Caliza La Perlita	N22°W-50°NE.

Al hacer la primera rotación y dejar en posición horizontal a la ignimbrita Cuatralba las posiciones resultantes son:

Conglomerado Guanajuato	N56°W-24°NE.
Caliza La Perlita	N28°W-48°NE.

Después de realizarse la segunda rotación la posición de la caliza La Perlita es:

N01°W-21°NE.



### 3.5 La intrusión del batolito granítico de Comanja

Se cuentan con pocos datos estructurales en las rocas intrusionadas, sin embargo, utilizando los datos disponibles, se deduce que el cuerpo intrusivo ha cortado y levantado a las rocas de la Unidad Sedimentaria, constituyéndose así en una intrusión de características discordantes.

Macroscópicamente, se observa que el tamaño de los cristales del granito es mediano, aunque también se presentan regularmente cristales grandes de feldespato potásico (mayores que 3 cm) y/o de cuarzo en diferentes niveles de la intrusión.

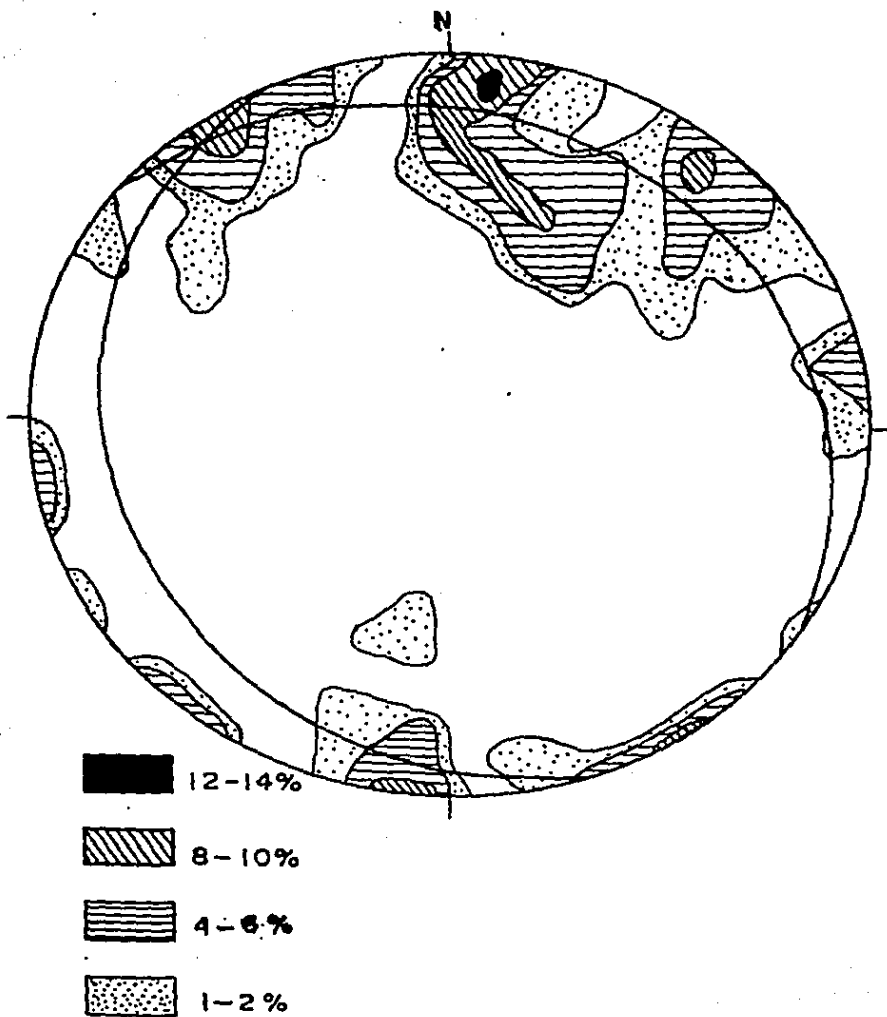
El Granito de Comanja presenta, como único mineral máfico, a escasa biotita; la mica no presenta lineación en los lugares donde fue reconocida. Hacia el borde occidental del batolito granítico, y en el lecho del Río Bernalejo, se aprecian con cierta dificultad, escasas hileras verticales y poco definidas de cristales grandes de feldespato potásico, sugiriendo una lineación más o menos paralela al contacto entre el cuerpo intrusivo y la roca encajonante, el cual es en el lugar mencionado casi vertical.

El Granito de Comanja presenta numerosas inclusiones en forma de autolitos, cuya geometría varía desde redondeada hasta subangulosa. Dichas inclusiones tienen la misma composición mineralógica global que el granito que las incluye, pero con un contenido mucho mayor de biotita, la cual le da a los xenolitos un aspecto muy oscuro que los hace resaltar. Lo anterior fue reconocido en la porción oriental del granito, en las inmediaciones de la mina El Horcón, ubicada al nororiente de Comanja; algunos de estos autolitos, muy abundantes en este lugar, llegan a medir hasta un metro de diámetro mayor. Por otro lado, no se localizaron xenolitos de la roca encajonante incluidos en el granito. En el Río Bernalejo, en la localidad anteriormente mencionada, fue localizado un "schliere" de algo más de medio metro de longitud, compuesto de biotita, principalmente, acompañada por poco cuarzo y feldespato, posiblemente potásico. El "schliere" es de color oscuro y tiene una forma tabular con bordes algo irregulares, pero bien definidos. Esta estructura presenta una orientación general  $N70^{\circ}W-48^{\circ}NE$ .

El Granito de Comanja presenta dos direcciones principales de diaclasamiento, (figura 3.7) resultantes de la generación de estructuras en la etapa sólida, cuando el intrusivo estaba en proceso de enfriamiento. Aprovechando las zonas de debilidad de

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 3.7 Proyección estereográfica de configuración de 50 polos de diaclasas del granito Comanja presentando los contornos de densidades 1-2% 4-6% 8-10%, obteniéndose dos direcciones promedio de  $N54^{\circ}W-70^{\circ}SW$  y  $N20^{\circ}W-70^{\circ}NE$ , representando a dos sistemas principales de diaclasas.



## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

estas diaclasas, se han intrusionado diques de composición granítica, gran cantidad de vetas de cuarzo, y algunas vetas de turmalina negra (chorlo). Se realizaron cincuenta mediciones de las direcciones e inclinaciones de las diaclasas, obteniéndose un promedio geométrico de N 54° W - 70° W y de N 20° W - 70° E (Figura 3.1), datos que muestran las tendencias de orientación e inclinación de las fracturas en el granito.

Existe una zona de falla con un rumbo aproximado de N 70° W (lámina I) y que ha sido aprovechada por el Río Bernalejo para labrar su curso, desde Comanja hasta la periferia del cuerpo intrusivo, en dirección poniente. Esta falla continúa hacia la porción suroriental del área del mapa, en donde el Granito de Comanja y la roca encajonante están yuxtapuestos. No es posible determinar cual es la geometría de esta falla, puesto que no se tiene un nivel de referencia que permita conocer cual es el bloque caído. En el extremo noroccidental de esta falla no existe, aparentemente, un desplazamiento apreciable.

### 3.6 Posición estructural de la Ignimbrita Cuatralba

La ignimbrita Cuatralba solamente presenta inclinaciones muy suaves (11°E), al oriente del área cartografiada; esta inclinación no fue observada en la porción septentrional del área del mapa. En otros lugares esta unidad presenta localmente inclinaciones más fuertes que la anterior, aunque no son muy constantes debido probablemente a condiciones estructurales muy localizadas. En la mayoría de los afloramientos de esta unidad que se encuentran al occidente, la tendencia es de estar horizontal, no obstante la presencia de fallas normales. Por último, en los afloramientos de esta unidad en la zona noroccidental, se inclinan notoriamente hacia el norponiente.

### 3.7 Sistema de fallas

En el área cartografiada existen varios sistemas de fallas normales (Figura 3.8), con orientaciones N60°W y N50°E, presentándose, además, otros dos sistemas de fallas cuyas orientaciones son substancialmente distintas a las anteriores, uno con una orientación NNW - SSE y el otro NNE - SSW. El primero de estos dos últimos está ubicado hacia el occidente del área y el segundo hacia el sur.

El sistema más antiguo es el de orientación N60°W del cual forma parte la Falla del Bajío que es la estructura más grande, la que tiene mayor desplazamiento y es la más antigua. La Falla del Bajío se extiende desde las cercanías al sur de Silao (hacia



Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 3.8 sistema regional de fallas y fracturas en la región de Comanja.

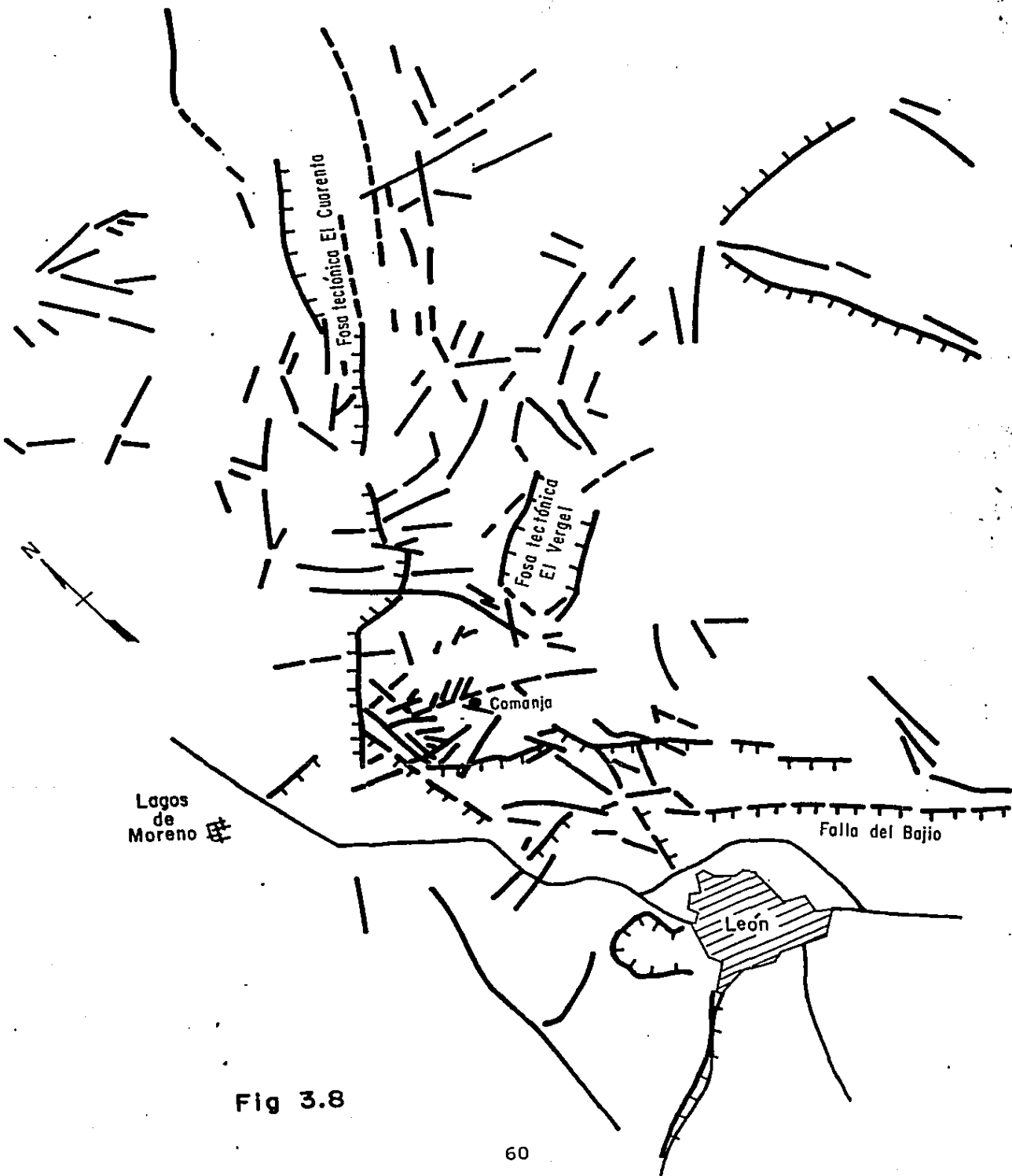


Fig 3.8

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

el sur del área cartografiada), hasta la sierra de Picachos, en el área cartografiada, presentando pocas variaciones en su orientación, con excepción de la porción centrooccidental del área, donde su orientación es casi norte - sur.

El desplazamiento aparente que ha producido la Falla del Bajío en las rocas que forman la Sierra de Guanajuato, se estima que es de 850 m en la zona estudiada, tomando como base las altitudes topográficas mayores que tiene la Ignimbrita Cuatralba en la sierra del mismo nombre y las que tiene en la Sierra de Picachos. Esta falla yuxtapone, hacia el surponiente de Comanja, a las rocas del basamento con la Grava Los Lozano.

La Falla del Bajío es la más antigua debido a que no está cortando a ninguna otra estructura de este tipo, aunque su orientación está modificada y cortada por otras fallas que pertenecen al sistema NNW - SSE. Es importante señalar que esta falla tiene como bloque caído la llanura denominada Bajío. Por otro lado, perteneciente al mismo sistema de fallas, se encuentra la falla que define el curso del Río Bernalejo, aunque dentro del granito no parece tener mucho desplazamiento.

Otro sistema de fallas importante es el de orientación N50°E debido a que también se manifiesta regionalmente; forma parte de este sistema la falla que tiene uno de los mayores desplazamientos verticales, yuxtaponiendo a las rocas del basamento con la Ignimbrita Cuatralba. Este sistema de fallas forma las fosas tectónicas El Cuarenta y El Vergel, las cuales se extienden hacia el nororiente; la primera desde Lagos de Moreno, Jal., hacia Ocampo, Gto. (fuera del área del mapa), por espacio de unos 40 km, aproximadamente; la fosa tectónica El Vergel tiene menor extensión, pues se empieza a manifestar desde el borde occidental de la Sierra Cuatralba, hasta las inmediaciones de Ibarra, Gto., por espacio de unos 15 km aproximadamente (Figura 3.7).

El desplazamiento vertical aparente de la Fosa Tectónica El Cuarenta es de aproximadamente 1,000 m, en las cercanías de Lagos de Moreno, pero disminuye paulatinamente en dirección de Ocampo.

La Fosa Tectónica El Vergel tiene un desplazamiento vertical aparente de 200 m y en dirección de Ibarra se atenúa paulatinamente hasta tener muy poca expresión morfológica. La falla meridional de esta fosa tectónica está desplazada al suroriente por otra falla; esto sucede el sur de Ibarra afuera del área cartografiada.

El sistema NNW - SSE es más joven que la Falla del Bajío puesto que la corta aunque es más antigua que la falla que se encuentra al norte la cual pertenece al sistema N50°E ya que esta última la esta cortando. Este sistema de fallas consiste de por lo menos cuatro fallas, tres de las cuales se encuentran en la porción occidental del área del mapa, al norte de la Sierra de Picachos. La otra se encuentra al poniente de La Mesa de Santiago y está cortando a la Falla del Bajío. Las dos fallas que están al norte de la Sierra de Picachos yuxtaponen a las rocas del basamento y al Conglomerado Guanajuato, al Conglomerado con la Grava Los Lozano, definiendo bloques escalonados hacia el poniente.

El sistema de fallas más joven es el de orientación NNE - SSW, ya que ninguna falla de este sistema está cortada por alguna otra. Estas fallas se presentan mejor hacia el sur del área estudiada, en donde están cortando a la Ignimbrita Cuatralba y al Basalto Dos Aguas. Este sistema aparece al sur de la Falla del Bajío, pero no la están afectando, por el contrario, parecería, que ésta las está dislocando, lo que significaría que fueran más antiguas que la Falla del Bajío. Es poco probable que esto haya sucedido, ya que no fueron localizadas fallas pertenecientes al sistema en cuestión al norte de la Falla del Bajío en las rocas del basamento.

Todas las fallas presentan inclinaciones muy acentuadas, siendo del orden de los 70°. No existen muchos datos para poder calificar a estas fallas como activas o como potencialmente activas, aunque algunas pudieran tener aún actividad.

### 3.8 El Volcán Dos Aguas

El Basalto Dos Aguas forma un promontorio topográfico denominado Cerro Alto, presentando una depresión en la porción central, la cual no es circular. Por lo anterior se interpreta como que este cerro es un antiguo volcán, ahora inactivo y la depresión central representa el conducto por donde fueron erupcionadas las lavas y productos piroclásticos. El volcán ha sido afectado por los procesos de erosión y tectónico de extensión recientes, tomando como base que el volcán está localizado sobre la continuación de una de las fallas que forman el bloque caído que se denomina Bajío.

## CAPITULO 4.- GEOLOGIA HISTORICA

### 4.1 Mesozoico

#### 4.1.1 Triásico - Jurásico temprano

Probablemente a fines del Triásico, o a principios del Jurásico, se presentaron las condiciones tectónicas que propiciaron el vulcanismo submarino profundo en una corteza oceánica en expansión. Tal vez estas características tectónicas tuvieron lugar en una cuenca de trasarco, o en una dorsal oceánica en expansión. Este ambiente tectónico que permitió el emplazamiento de la corteza oceánica probablemente se extendió hacia el norte del Estado de Guanajuato, así como hacia Zacatecas y Fresnillo.

En Zacatecas, Burkhardt y Scalia (1906) y Rodríguez-Torres y Díaz-López (1974), y en Fresnillo (de Cserna, 1976), reportaron afloramientos de características petrológicas similares a los de la Ofiolita Barbosa, tratados en esta tesis. Así mismo Servais (1982 *op. cit.*) sugiere que las rocas ultrabásicas de la Sierra de Guanajuato son el producto de una "digitación tethysiana". Por lo anterior, se infiere que en el intervalo de tiempo que medió entre el Triásico Tardío y el Jurásico Temprano se presentaron las condiciones propicias para la generación de una corteza oceánica en lo que ahora es el centro de México.

En el área estudiada, al finalizar la actividad volcánica submarina, se inició el depósito de la Unidad Sedimentaria, con la deposición de rocas silíceas pedernalosas, las cuales predominan en la base de la secuencia mencionada y que tienen poco aporte de material pelítico y de material volcánico en forma de tobas submarinas; los carbonatos y el material psamíticos son igualmente escasos.

La evolución de la secuencia sedimentaria señala que la fuente de los suministros de terrígenos tuvo una mayor influencia en la sedimentación debido, probablemente, a la proximidad de áreas continentales a la cuenca de depósito, modificando las condiciones iniciales de sedimentación. Probablemente el depósito de los gruesos bancos de lutitas representen un lapso de tiempo considerable, estando influenciada esta sedimentación por algunos aportes de terrígenos psamíticos.

Poco a poco, las condiciones de profundidad de la cuenca se empiezan a modificar, de tal forma que cuando el Cuarto Miembro se depositaba, la sedimentación estuvo grandemente influenciada por la precipitación química de carbonatos. Hacia el término de esta sedimentación, predominó el depósito de terrígenos arenosos, alternando con emisiones de terrígenos finos, en la forma de limos y arcillas, lo cual indica un cambio total de las condiciones iniciales de depósito.

Es posible que el lapso temporal transcurrido desde el emplazamiento de las lavas submarinas hasta la interrupción de la sedimentación abarque desde el Triásico Tardío hasta el Cretácico temprano.

Las rocas volcánicas andesíticas que se encuentran en contacto tectónico con la Unidad Sedimentaria, probablemente representen los productos de un arco volcánico desarrollado durante el depósito de la Unidad Sedimentaria en el Jurásico temprano. Por otro lado, es probable que las emisiones centrales de este arco se hayan desarrollado lejos del área cartografiada, representando el cuerpo de andesitas flujos alejados de la fuente original.

Como fue mencionado anteriormente, la depositación de la Unidad Sedimentaria sufrió variaciones en el desarrollo y evolución de la cuenca. Esto probablemente ocurrió a principios del Jurásico ya que la destrucción de la cuenca se efectuó probablemente hacia el fin del Jurásico o en el Neocomiano por causa de la Deformación Nevadiana la cual plegó y metamorfoseó ligeramente tanto a la Ofiolita Barbosa como a la Unidad Sedimentaria transportandolas tectónicamente hacia el oriente.

Probablemente durante el resto del Neocomiano la actividad geológica que predominó en el área cartografiada fue la de erosión del cinturón plegado, aunque en el Oxfordiano ya en otras zonas relativamente cercanas se había iniciado, la gran transgresión marina del Mesozoico en México.

#### 4.1.2 Cretácico

La gran transgresión marina del Mesozoico alcanzó el área de Comanja en el Aptiano, depositando, en altos topográficos submarinos cercanos a la costa, a la Caliza La Perlita, la cual presenta evidencias litológicas que le confieren un carácter de depósito litoral.

Aunque en el área del mapa no están presentes unidades sedimentarias pertenecientes al Cretácico Superior, estas se presentan al oriente de la Sierra de Guanajuato (Tristán-González, 1987), lo cual sugiere que hubo continuidad en las condiciones de depósito, las cuales casi no se modificaron durante el Cretácico tardío.

A fines del Cretácico, se interrumpió la sedimentación en el centro de México, debido a la destrucción de las cuencas de depósito por causas del emplazamiento de una orogenia que plegó a la Caliza La Perlita y replegó a la Ofiolita Barbosa y a la Unidad Sedimentaria.

## 4.2 Cenozoico

### 4.2.1 Paleoceno

Durante el Paleoceno tuvo lugar el emplazamiento del batolito granítico de Comanja, intrusionando a todas las unidades preexistentes, las cuales ya habían sido deformadas, produciendo fenómenos metamórficos de contacto y levantamiento en las rocas encajonantes.

Después de terminada la deformación orogénica, en el oriente del centro de México se formó la Sierra Madre Oriental, la cual está constituida por rocas sedimentarias marinas cuyas edades varían desde el Oxfordiano hasta el Cretácico Tardío.

### 4.2.2 Eoceno

En esta época se depositó el Conglomerado de Guanajuato, el cual se desarrolló en cuencas continentales profundas y en condiciones climáticas que permitieron la oxidación de los materiales constituyentes. Las cuencas de depósito están individualizadas, y, en el caso de la cuenca desarrollada en la Ciudad de Guanajuato, recibió poca o ninguna influencia de material calcáreo proveniente de las rocas cretácicas plegadas. El conglomerado, por lo contrario, está compuesto de material proveniente de la Unidad Volcánica Submarina, de las rocas plutónicas asociadas y de las rocas clásticas de la Unidad Sedimentaria. Lo anterior sucedió primordialmente durante el Eoceno tardío y el Oligoceno temprano.

#### 4.2.3 Oligoceno

En esta época, posiblemente durante su etapa final, se depositó la primer unidad volcánica, representada por la Andesita Bernalejo, la cual fue originada como producto de un vulcanismo esencialmente andesítico. En la región del Cerro El Gigante también se presentaron los efectos de este vulcanismo depositando la Andesita homónima (Martínez-Reyes, 1987). Asimismo este vulcanismo también está presente en el área de Santa Rosa - San Pedro Análico, depositando a la Unidad I-B (Nieto-Obregón et al., 1985).

Es muy probable que en el Oligoceno tardío también se haya depositado la Grava Los Lozano, aflorante en el occidente del área cartografiada, no presente al oriente de Comanja, donde aflora la Andesita Bernalejo, lo que sugiere que hacia el oriente existieron partes topográficamente altas desde donde se derivó el material que formó la Grava Los Lozano.

#### 4.2.4 Mioceno

Aunque no se puede precisar, es probable que al inicio del Mioceno, comenzó el depósito de la Ignimbrita Cuatralba, rocas que indican un episodio volcánico explosivo de gran magnitud. Al mismo tiempo, se originaron movimientos tectónicos tensionales que permitieron el emplazamiento del Basalto Dos Aguas, al occidente del área estudiada; estas vulcanitas se extrusieron muy cerca de la traza de la Falla del Bajío, tal como lo revela la cartografía realizada.

Al correlacionar el Basalto Dos Aguas con el Basalto Calcoalcálico de la unidad III de Nieto-Obregón y colaboradores (1985) se le asignó tentativamente una edad que corresponde al Mioceno tardío. Por lo anterior, se infiere indirectamente, que el vulcanismo explosivo que dió lugar a la ignimbrita Cuatralba, continuó hasta el Plioceno temprano.

#### 4.2.5 Plioceno

Después de terminada la actividad volcánica ignimbrítica, en el inicio del Plioceno, se presenta un vulcanismo de carácter andesítico, geográficamente muy localizado, el cual está representado por la andesita Mesa de Santiago, aflorante en la mesa homónima y en el Cerro Gordo, situado al norte de la ciudad de León, Dto. El espesor de la andesita Mesa de Santiago no es



grande, indicando que la emplazamiento de esta unidad estuvo condicionado a pocas coladas lávicas, temporalmente restringidas.

El afloramiento del Cerro Gordo es de espesor aún más reducido que el de la Mesa de Santiago, lo cual sugiere que la fuente de suministro estuvo localizada al oriente del Cerro Gordo, en la Sierra de Guanajuato.

La andesita Mesa de Santiago descansa, en el área cartografiada, sobre las rocas del basamento, lo cual indica que todas las unidades de la cubierta volcánica fueron erosionadas antes de su depósito. Lo anterior indica que medió un lapso temporal relativamente grande para la remoción de dicha cubierta (ignimbrita Cuatralba, grava Los Lozano y andesita Bernalejo). La etapa erosiva mencionada se llevó a cabo en el Plioceno temprano y removió buena parte de la cubierta volcánica en los alrededores de Comanja, dejando expuesto el Granito y formando el escarpe de la Sierra Cuatralba, y el desarrollo de suelos regolíticos en los alrededores de la población de Comanja.

#### 4.2.6 Pleistoceno

En el inicio del Pleistoceno la Sierra de Guanajuato experimenta los comienzos de un régimen tectónico distensivo que formaron la Falla del Bajío (Martínez-Reyes, 1987) que deprimió la porción occidental del área formando la fosa tectónica del mismo nombre. Lo anterior provocó que la Sierra de Guanajuato sufriera un rejuvenecimiento geomorfológico ocasionando que los depósitos regolíticos situados sobre el Granito Comanja y todas las unidades litoestratigráficas presentes se empezaran a erosionar. Por causas de este rejuvenecimiento y erosión subsecuente, comenzó a generarse el depósito de la grava Los Ranchos, al occidente y norte del área cartografiada, sedimentándose en las partes bajas y llanuras del Bajío.

Los efectos del régimen distensivo mencionado han continuado hasta la actualidad, puesto que existen porciones de la Grava Los Ranchos a lo largo de arroyos cuya configuración de carácter lineal sugiere estar en directa relación con este régimen. Esta erosión ha formado nuevos depósitos aluvionales situados topográficamente más abajo que la Grava Los Ranchos de los cuales derivan.

## CAPITULO 5. - EVOLUCION TECTONICA

Se procederá a hacer el análisis sobre la evolución tectónica del centro de México, a partir del Mesozoico, debido a que no se cuenta con mucha información acerca de las condiciones de evolución tectónica del Precámbrico y del Paleozoico para esa zona.

### 5.1 Escenario tectónico regional

Para hacer el análisis tectónico regional, se considerarán dos elementos constituyentes del escenario geológico regional: a) El Cratón Norteamericano en el norte del estado de Chihuahua, representado por rocas metamórficas de edad Grenvilliana, (Mauger *et al.*, 1983; Quintero-Logorreta *et al.*, 1985); y, b) El Cinturón Tectónico de Quachita, representado en su zona interna por los afloramientos de las rocas metamórficas de Boquillas del Carmen y por las del subsuelo alcanzadas por perforaciones en los Estados de Coahuila y Nuevo León (Flawn y Díaz-González, 1959). Estos elementos tectónicos mayores fueron ubicados en el "Bloque Apache" por Anderson y Schmidt (1983).

Las rocas paleozoicas de la Sierra del Cuervo y de la región de Las Delicias, Coah., representan unidades de incierta ubicación dentro de la zona interna del Cinturón Tectónico de Quachita.

La Formación Rara (Ramírez-Montes y Acevedo-C., 1957) probablemente se desarrolló en una extensión hacia el sur de la Cuenca Pedregosa (Mellord y Breyer, 1981; Armin, 1987), mientras que las rocas de la región de Las Delicias no se encuentran dentro de la evolución tectónica de la zona interna del Cinturón Tectónico de Quachita, y probablemente fueron deformadas en el Triásico o Jurásico medio según McKee y colaboradores (en prensa).

El Complejo Sonobari (de Cserna y Kent, 1961) que aflora en el Estado de Sinaloa contiene rocas metamórficas de las cuales Anderson y Silver (Anderson, 1983) colectaron zircones que arrojaron edades de 220 Ma, lo cual representa los efectos de una deformación orogénica en el occidente posterior al Triásico tardío (Nevadiana ?), que afectó a las secuencias anteriores al Jurásico temprano. Por otro lado, Carrillo-Martínez (1971) y Malpica-Cruz (1972) reportaron rocas paleozoicas del Pensilvánico temprano en las inmediaciones de San José de Gracia, Sin., las que representan una continuidad hacia el sur de las rocas paleozoicas del Estado de Sonora.

En la región de Huizachal - Peregrina, localizada al oeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas, y en el Anticlinorio de Huayacocotla, Hidalgo, afloran rocas metamórficas cuyas edades resultaron ser del Precámbrico según los estudios efectuados por Fries y colaboradores (1965, p.100), pertenecientes a Gondwana (Pindell, 1985). Además, en las regiones mencionadas, existen secuencias sedimentarias marinas pertenecientes al Paleozoico, según Carrillo-Bravo (1961), así como también aflora un paquete de rocas sedimentarias continentales pertenecientes al Triásico tardío (Silva-Pineda, 1979), secuencia denominada Formación Huizachal.

En el norte del Estado de Zacatecas, en la región de Apizolaya en las Sierras de San Julián y del Teyra, afloran, por un lado, la Formación Taray (Córdoba-Méndez, 1964) cuya edad es del Pensilvánico o más joven (McKee *et al.*, en prensa). Por otro lado, también están presentes las Formaciones Caopas, Rodeo (Rogers *et al.*, 1961) y Nazas (Pantoja-Alor, 1963), cuyas edades aún no están establecidas, pero posiblemente las dos primeras pertenezcan al intervalo Pérmico - Triásico, y la última, al lapso Triásico - Jurásico.

En los alrededores de la Ciudad de Zacatecas, Burckhardt y Scalia (1906) reporta rocas sedimentarias asociadas con "rocas verdes" espilitizadas portadoras de fauna de amonoides perteneciente al Triásico superior.

En la Sierra de Guanajuato, la Ofiolita Barbosa y la Unidad Sedimentaria, anteriormente discutidas, se han correlacionado, con ciertas reservas, con las rocas del Triásico anteriormente mencionadas.

En diversos lugares del centro de México existen afloramientos de rocas sedimentarias preoxfordianas. En una localidad cercana a Charcas, S.L.P., existe una secuencia sedimentaria constituida por una alternancia de cuarcitas arcillosas y conglomerados (Castañeda, 1975), formación en donde se reportan amonoides del género Juvavites (in Cantú-Chapa, 1969). Por otro lado, en el área de Peñón Blanco, al este de la mina Real de Angeles, Zac., (Chávez-Aguirre (1968) reporta una secuencia sedimentaria que también contiene fauna de amonoides (Sirenites sp.) correspondiente al Triásico superior (Figura 5.1).

En el yacimiento de plata de Real de Angeles, Zac., se presenta un "flysch" cuya edad corresponde al intervalo Triásico - Jurásico, según estudios palinológicos efectuados en una unidad sedimentaria de esa localidad (Bravo-Nieto, 1987).

En el núcleo de las estructuras de la Sierra de Jimulco, se localizan rocas ígneas volcánicas y sedimentarias continentales correlacionables con las Formaciones Nazas y Rodeo (Meyer-Pérez Rul, 1961).

Finalmente, en Santa María del Oro, Durango, la Formación Gran Tesoro (Berumen *et al.*, 1983) contiene en su base bloques exóticos de calizas y cuarcitas con fauna fósil del Paleozoico (Pacheco *et al.*, 1982) siendo esta formación posiblemente del Jurásico inferior (Aranda-García *et al.*, en prensa).

## 5.2 Interpretación Tectónica

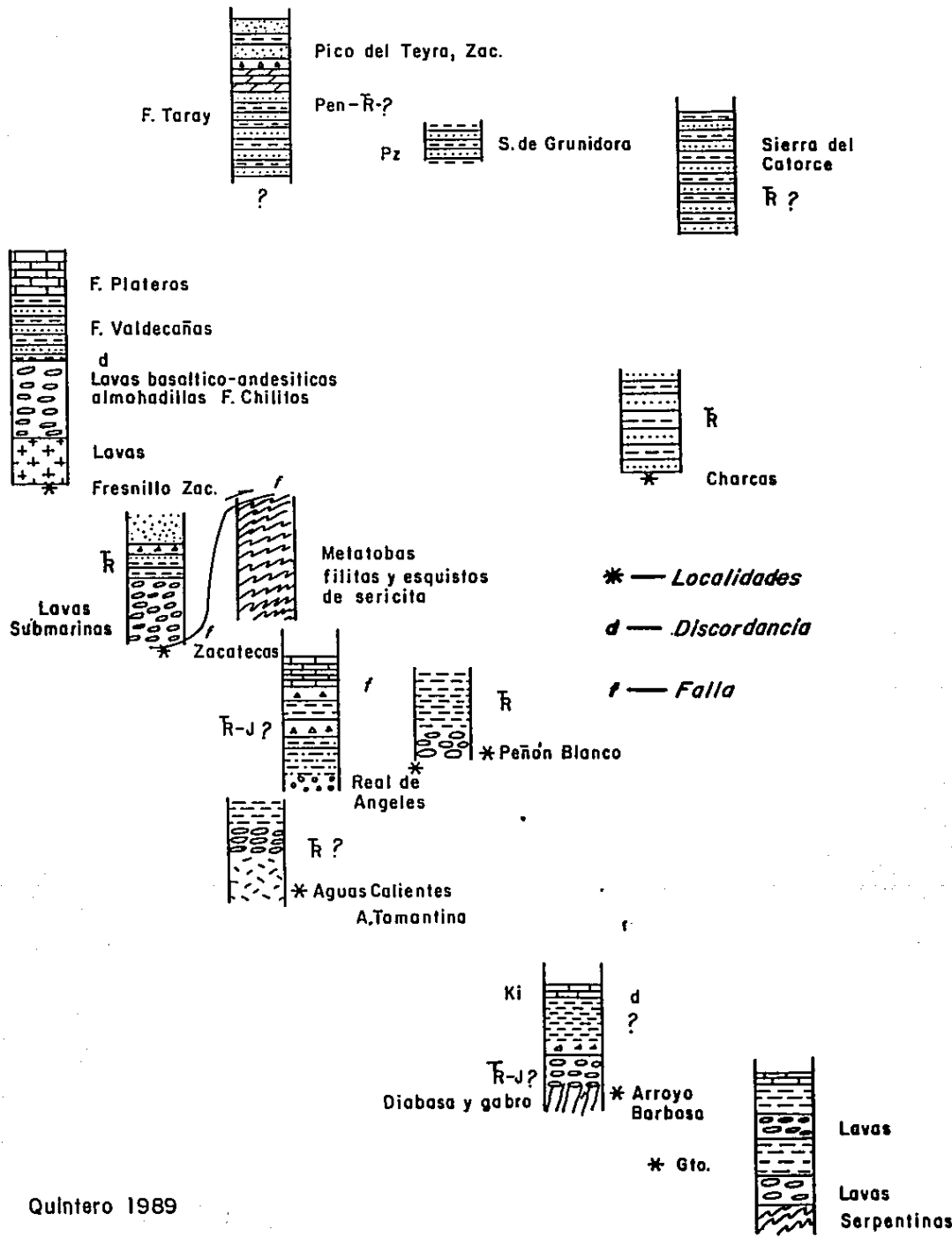
Tomando en cuenta un marco tectónico regional, según la reconstrucción Allegheniana (al término del Paleozoico) del Golfo de México, según Pindell (1985) (Figura 5.2), necesariamente las rocas precámbricas y paleozoicas, así como las secuencias volcánicas y detríticas continentales triásicas debieron estar ubicadas a unos 800 km hacia el occidente, tomando en cuenta la "Mohave-Sonora Megashear" (Anderson, 1983); y la falla de desplazamiento lateral (de Cserna, 1970).

Hacia el Triásico medio y tardío se presentan las condiciones de desarrollo de una corteza oceánica en el occidente de la porción continental emergida (Gondwana) representada por una porción del Cinturón Estructural Huastecano (de Cserna, 1960). Esta corteza oceánica es reconocible en las secuencias volcánicas y sedimentarias de Fresnillo, Zacátecas, Real de Angeles y la Sierra de Guanajuato. Por otro lado, hacia el oriente, la transición entre las secuencias de la corteza oceánica mencionada y las rocas de la porción del cinturón estructural Huastecano estarían representadas por las secuencias triásicas de Charcas y Sierra del Catorce, S.L.P. (Figuras 5.1 y 5.3).

También en el Triásico tardío se continúa desarrollando el arco volcánico representado por las Formaciones Caopas, Rodeo y Nazas, teniendo como basamento a la Formación Taray, posiblemente de ambiente oceánico. Hacia el oriente de la porción central de México se desarrolla también durante tiempos triásicos tardíos la Formación Huizachal, probablemente como producto de la sedimentación en fosas tectónicas debido a la abertura del Golfo de México (Figura 5.3).

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

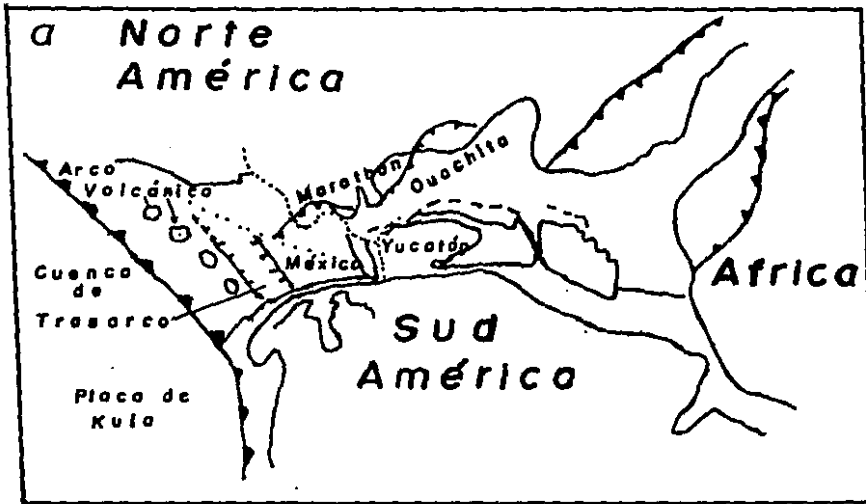
Figura 5.1 Distribución de las rocas prealbianas en el centro de México.



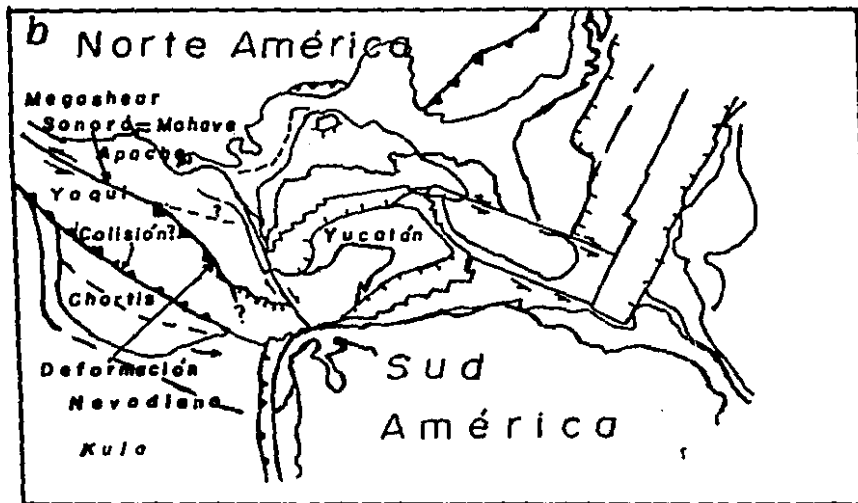
Quintero 1989

Figura 5.2a Reconstrucción Aliegheniana del Mesozoico temprano, tomada de Pindell, 1985 y aumentada con la interpretación tectónica del centro de México donde probablemente se desarrolló un arco magmático y una cuenca de trasarco.

Figura 5.2b Deformación orogénica Nevadiana en el contexto tectónico regional hacia el Jurásico tardío.



Marco tectónico regional en el Triásico



Eventos tectónicos en el Jurásico tardío



## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

Figura 5.3 Contexto tectónico en el que se infiere que se desarrollaron un arco magmático y su cuenca de trasarco al occidente de Pangea continental.

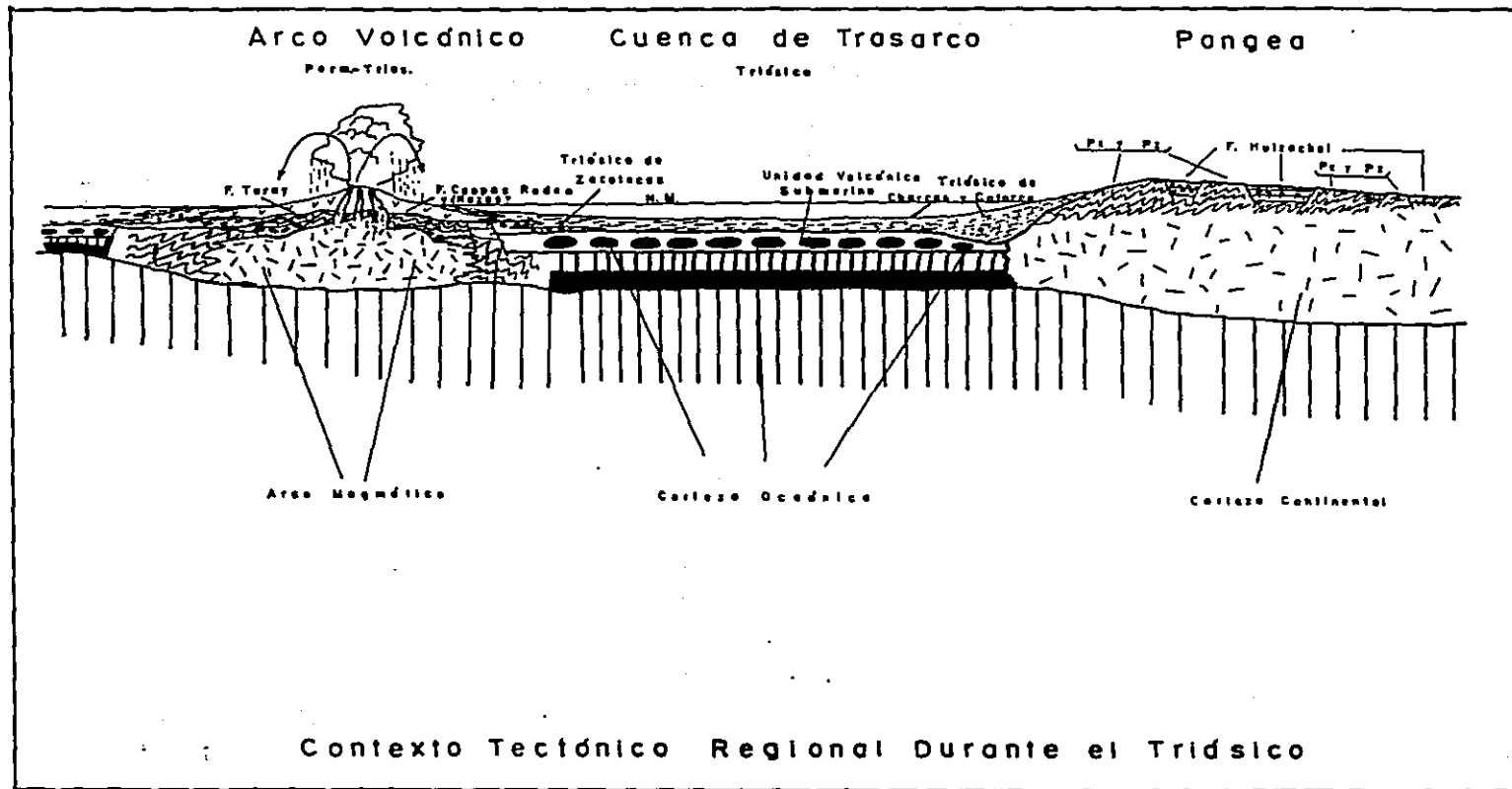
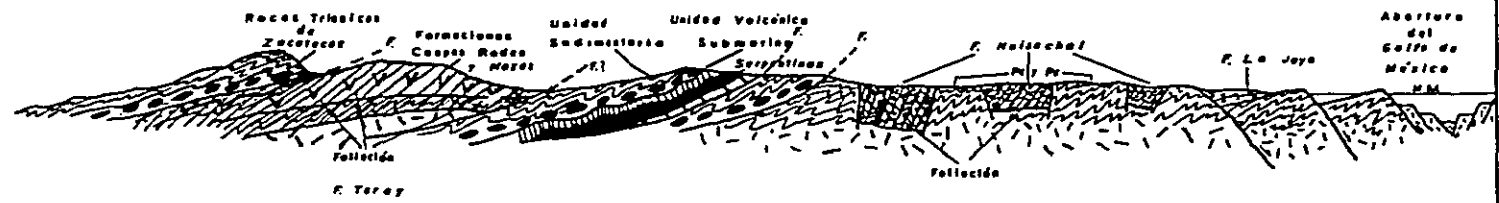


Figura 5.4 Deformación orogénica nevadiana en el Jurásico, que destruyó el arco magmático y su cuenca de trasarco plegando y metamorfoseando a las rocas existentes.

Jurásico tardío

W

E



Deformación Orogénica Nevadiana

Es posible que en el Triásico se hayan deformado las secuencias antiguas de la Sierra del Cuervo, las de Delicias y las de Placer de Guadalupe, Chihuahua. Según Pindell (1985), hacia el Triásico tardío se inició en esta región un transporte tectónico de bloques hacia el sudeste, lo que mantuvo un puente entre Sudamérica y Norteamérica, el cual continuó, probablemente, hasta el Calloviano.

Según Anderson (1983), el desplazamiento de la "megashear" comenzó hace 160 Ma, basándose en los datos de Sclater y colaboradores (in Anderson, 1983). Estas investigaciones concluyeron en que la ruptura inicial entre África y Norteamérica se inició hace 165 Ma.

De Cserna (1970) propuso también un desplazamiento lateral izquierdo en un bloque definido al sur de la "Falla de Torreón - Monterrey".

Probablemente hacia el término del Jurásico temprano se inició una deformación orogénica (Nevadiana) que produjo una aloctonia tectónica de la Ofiolita Barbosa de Guanajuato y las rocas triásicas de Zacatecas, produciendo el cabalgamiento de estas últimas sobre las secuencias continentales volcánicas representadas por las vulcanitas de Caopas, Rodeo y Nazas (?), y por las secuencias sedimentarias continentales de la Formación Huizachal (de Cserna, 1970), (Figuras 5.2 y 5.4). Esta deformación orogénica provocó foliaciones de carácter penetrante en las rocas afectadas, que se tradujo en el desarrollo de esquistosidades y foliaciones para las secuencias más incompetentes. Tales efectos los muestran las rocas polideformadas de la Formación Taray, así como los planos de esquistosidad y foliación de las Formaciones Caopas y Rodeo; en menor grado fueron afectadas las rocas de las Formación Nazas.

En el Arroyo de La Pimienta, en Zacatecas, el autor de esta tesis localizó la "discordancia" entre las rocas triásicas y los esquistos antiguos reportados por Burkhardt y Scalia (1906). Cerca de ese plano estructural la deformación está muy acentuada, presentándose las esquistosidades y foliaciones de ambas unidades convergiendo a la superficie de "discordancia". Las características de contacto entre ambas unidades observadas en el afloramiento sugieren más bien una falla de cabalgadura que sobrepuso la secuencia triásica con las rocas esquistosas, las cuales tienen cierta semejanza con las secuencias metavolcánicas de las Formaciones Caopas, Rodeo y Nazas, aunque con un grado mayor de deformación y metamorfismo. Lo anterior fue sugerido por de Cserna (1970) al revisar críticamente las secciones estructurales de Burkhardt y Scalia (1906), deduciendo

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

una deformación de carácter orogénico en el Jurásico temprano.

Es probable que al término del Jurásico la deformación haya migrado hacia el sur al área de Comanja, debido, a que la "megashear" se activó y se desarrolló en esta época, terminando su actividad hacia principios del Oxfordiano. Lo anterior implicaría que regionalmente el inicio de la deformación fue en el Jurásico temprano y que quizá terminó un poco después del Neocomiano en la Sierra de Guanajuato.

En el Estado de Querétaro se reporta una discordancia angular entre las rocas de la Formación La Rosa del Jurásico y la Formación La Peña Azul del Cretácico medio, (Carrillo-Martínez *et al.*, 1984; Chauve *et al.*, 1984). Esto evidencia una deformación orogénica prealbiana.

La gran transgresión marina del Mesozoico se inició en el Oxfordiano en el centro de México cubrió en el Aptiano a la Sierra de Guanajuato, continuando hasta el Cretácico tardío. Esta transgresión fue suspendida al término del Mesozoico por causa de la deformación orogénica del Cenozoico temprano, la cual imprimió la segunda deformación a la Ofiolita Barbosa, a la Unidad Sedimentaria y a las secuencias anteriores a estas del centro de México les agregó otra deformación.

Al término de la etapa mencionada anteriormente, se presentó un intenso magmatismo, durante el Cenozoico, ocasionando el emplazamiento del batolito granítico de Comanja, así como la gran cantidad de productos volcánicos de la cubierta. El magmatismo está genéticamente relacionado con el de la Sierra Madre Occidental, aunque su evolución se presentó en épocas más recientes.

El régimen tectónico regional que tuvo lugar en el Pleistoceno, está relacionado con la interacción geodinámica de la porción meridional de la Placa Norteamericana con la Placa de Cocos. Esta relación de esfuerzos generó las fosas tectónicas del Bajío, El Cuarenta, El Vergel, Villa de Reyes, Chapala, Querétaro - Colaya - La Piedad, los rasgos tectónicos del Río Santiago, del cañón de Juchipila, del Río Bolaños, y las fallas activas de la Faja Volcánica Transmexicana.

### CONCLUSIONES

- La Ofiolita Barbosa es la unidad litoestratigráfica más antigua del área estudiada y constituye parte de una corteza oceanica desarrollada, probablemente, durante el Triásico tardío, ubicada próxima a un arco volcánico submarino.
- La Unidad Sedimentaria sufre cambios litológicos verticales, siendo de naturaleza más silícica en la base, pelítica en la parte media, y clástica - calcárea en la parte superior.
- La Ofiolita Barbosa y la Unidad Sedimentaria fueron plegadas y metamorfoseadas en la parte baja de la facies de Esquisto Verde, probablemente durante el Jurásico tardío, o el Cretácico temprano a consecuencia de la Deformación Orogénica Nevadiana. La gran transgresión marina del Mesozoico cubrió al cinturón orogénico resultante a principios del Aptiano, cubriendo a una zona que, posiblemente, fue muy irregular, depositando localmente a la caliza La Perlita.
- La Caliza La Perlita descansa en discordancia angular sobre la Unidad Sedimentaria y representa un ambiente sedimentario litoral, confiriéndole la fauna fósil una edad comprendida entre el Aptiano y el Albiano.
- Durante el Cenozoico temprano se presenta una deformación orogénica que afectó a todas las unidades litoestratigráficas previas.
- El Granito de Comanja presenta sus mejores afloramientos en el área de Comanja y no en la de Arperos, por lo que se propone ese nombre para el intrusivo. Representa una intrusión de carácter postectónico, discordante, aunque su emplazamiento regional fue controlado por la estructura de las rocas del "basamento", lo cual permitió su emplazamiento en una dirección NW - SE.
- El Granito Comanja intrusiona a la Ofiolita Barbosa y la Unidad Sedimentaria, así como a la caliza La Perlita, indicando una edad posterior a estas unidades, lo cual está respaldado por la información radiométrica del Eoceno temprano ( $53-54 \pm 4$  Ma.).
- El Conglomerado Guanajuato presenta los efectos de una deformación de carácter incierto, definida por la inclinación que le caracteriza. Es más joven que el Granito Comanja, tal como se infiere de la información paleontológica, que le confiere una edad comprendida entre el Eoceno tardío y el Oligoceno temprano.

## Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

- La andesita Bernallejo sobreyace al Granito Comanja y al Conglomerado Guanajuato, representando la unidad de origen volcánico más antigua del Grupo León, perteneciente al Oligoceno tardío.
- Los contactos de la andesita Bernallejo con las unidades circundantes son de distinta naturaleza: con el Granito Comanja es lineal, lo cual sugiere una relación tectónica entre ambas unidades; con el Conglomerado Guanajuato parece ser discordante; con la ignimbrita Cuatralba es concordante.
- El depósito de la grava Los Lozano fue, al menos parcialmente, contemporáneo con el de la andesita Bernallejo. Su relación estratigráfica con la ignimbrita Cuatralba es concordante.
- La ignimbrita Cuatralba es la unidad litoclastofrágica de mayor extensión, no sólo en la Sierra de Guanajuato, sino también regionalmente, en el Bajío y la Mesa Central.
- Los efectos iniciales del régimen tectónico distensivo del Cenozoico están representados por el Volcán Dos Aguas, el cual se emplazó en las cercanías de la Falla del Bajío. El basalto Dos Aguas, la unidad estratigráfica del volcán homónimo, se presenta interestratificada con la ignimbrita Cuatralba, constituyendo ambas unidades un vulcanismo bimodal. Ambas unidades pertenecen al Mioceno.
- La andesita Mesa de Santiago es la unidad volcánica de menor extensión, siendo la última manifestación volcánica en el área cartografiada.
- Durante el Plioceno se formaron las fosas tectónicas del Bajío, del Cuarenta y El Vergel, como producto del régimen tectónico distensivo que dió origen al basalto Dos Aguas.
- El régimen tectónico distensivo está relacionado con la interacción geodinámica de la Placa de Cocos con la Placa Norteamericana, lo cual dió origen al régimen señalado, el cual es de dimensiones continentales.



## REFERENCIAS

- Anderson, T.H., y Schmidt, V.A., 1983, The evolution of Middle America and Gulf of Mexico - Caribbean Sea Region during Mesozoic time: *Geol. Soc. Am. Bull.*, 94, p. 941-966.
- Aranda-García, Mario, Quintero-Legorreta, Odranuel, y Martínez-Hernández, Enrique, en prensa, Palinomorfos del Jurásico Temprano de la Formación Gran Tesoro, Santa María del Oro, Dgo.: Univ. Nal. Autón. México, *Rev. Inst. Geol.*
- Armin, R.A., 1987, Sedimentology and tectonic significance of Wolfcampian (Lower Permian) conglomerates in the Pedregosa basin: Southeastern Arizona, southwestern New Mexico, and northern Mexico: *Geol. Soc. Am. Bull.*, 99, p. 42-65.
- Berumen-Esparza, Rafael, y Pavón-Leal, Rubén, 1983, Estudio Geológico Minero del área de Santa María del Oro, Durango: Univ. Nal. Autón. México, Fac. de Ingeniería, Tesis Profesional, inédita.
- Bravo-Nieto, José, 1986, Real de Angeles: A.I.M.M.E, Minas Mexicanas, Tomo 1, Ed. Jorge E. Ordoñez Cortés, p. 189-209.
- Burckhardt, Charles, y Scalia, Salvatore, 1906, Geologie des environs de Zacatecas: 10th Cong. Geol. Internat., Mexico, Guide Excurs. 16, 26 p.
- Carrillo-Bravo, José, 1961, Geología del Anticlinorio Huizachal - Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, 13, p. 1-98.
- Carrillo-Martínez, Miguel, 1971, Notas referentes al Paleozoico de San José de Gracia, Sinaloa: in *El coloquio sobre la geología de los Estados de Sinaloa y Durango*, Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología.
- Carrillo-Martínez, Miguel, Chauve, P., y Fourcade, Erik, 1984, Definition de Nouvelles series lithoestratigraphiques a la limite des domaines cordillerans et Mesogens dans Mexique Central: 10e Reunion Annuelle des Sciences de la Terre, Bordeaux 1984, Soc. Geol. Fr. Edit., Paris.
- Castañeda, A.F., 1975, Bosquejo Geológico del Distrito Minero de Charcas, S.L.P.: Reporte Técnico Industrial Minera México, 7 p., inédito.
- Coleman, R.G., 1977, Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere?: Springer - Verlag, 229 p.
- Córdoba-Méndez, D.A., 1964, Resumen de la Hoja Apizolaya, Estados de Zacatecas y Durango: Univ. Nal. Autón. México, Carta Geológica de México, Hoja Apizolaya 13 R-9, 1:100 000.

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

- Chauve R., Carrillo-Martínez, Miguel, y Fourcade, E., 1984, *Précision sur le evolution du contact entre les domaines cordillera et mesogéen aux confins des états de Queretaro et Hidalgo (Mexique Central): 10e Reunion annuelle des Sciences de la Terre, Bordeaux 1984, Résumé Soc. Geol. Fr. edit., Paris.*
- Chavez-Aguirre, Rafael, 1968, *Bosquejo Geológico de la Sierra de Peñón Blanco, Zac.: Univ. Nal. Autón. México, Fac. de Ingeniería, Tesis profesional, 78 p., inédita.*
- Chiodi-Maly, Michel, Ortiz-Hernández, L.E., y Yta, Miriam, 1987, *Evolución tectónica y magnética de un segmento del batolito granítico de Comanja, Estado de Jalisco: Univ. Nal. Autón. México, Fac. de Ingeniería, Resumen Memoria Cincuentenario de la Carrera Ing. Geológica, p. 18.*
- Dávila-Alcocer, Victor, y Martínez-Reyes, Juventino, 1987, *Una edad cretácica para las rocas basales de la Sierra de Guanajuato: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Programa, Resúmenes y Guía de Excursión, Centenario Inst. de Geología, Guanajuato, Gto.*
- De Cserna, Zoltan, 1960, *Orogenesis in time and space in Mexico: Geol. Rundschau, 50, p. 595-605.*
- 1970, *Mesozoic sedimentation magmatic activity and deformation in northern Mexico: in The geologic framework of the Chihuahua tectonic belt, K. Seewald and D. Sundeen eds., Midland, West Texas Geol. Society, p. 99-117.*
- 1976, *Geology of the Fresnillo area, Zacatecas, Mexico: Geol. Soc. Am. Bull., 87, p. 1191-1199.*
- De Cserna, Zoltan, y Kent, B.H., 1961, *Mapa geológico de reconocimiento y secciones estructurales de la región de San Blas y El Fuerte, Estados de Sinaloa y Sonora: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Cartas Geol. Min., 4 mapas y texto.*
- Echegollen-Sánchez, José, 1970, *Yacimientos minerales de la Sierra de Arperos y Comanja, Estado de Guanajuato: Geomimet 93.*
- Edwards, J.S., 1956, *Estudio sobre algunos conglomerados rojos del Terciario Inferior del Centro de México: Mem. XX Cong. Geol. Internacional, México, D.F.*
- Ferrusquia-Villafranca, Ismael, 1987, *Reubicación geocronológica del Conglomerado Guanajuato basada en nuevos mamíferos: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Programa, Resúmenes y Guía de Excursión, Centenario Inst. de Geología, Guanajuato, Gto.*
- Flawn, P.T., y Díaz-González, Teodoro, 1959, *Problems of Paleozoic tectonics in north - central and northeastern Mexico: Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 42, p. 224-230.*
- Fries, Carl, Jr., Hibbard, C.W., y Dumble, D.H., 1955, *Early cenozoic vertebrates in the red conglomerate at Guanajuato, Mexico: Washington Smithsonian Mis. Coll., 123, 7, p. 1-25.*
- Geological Society of America, 1983 *geologic Time Scale, Decade of North American Geology: Geology, September 1983.*

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

- González-Reyna, Jenaro, 1959, El intrusivo granítico de Arperos y su influencia en la mineralización de Guanajuato, Gto.: Bol. Soc. Geol. Mexicana., T. 22, p. 9-18.
- Gutiérrez-Galván, José, Friche, Valerio, López-Zamora, Jesús, Zamora, José, Manrique-Ríos, Jesús, y Zúñiga, Tomás, 1883, El Distrito Minero de Comanja: El Minero Mexicano, Documentos Mineros, T. X, 17.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. Journal of Petrology, vol. 27 Part 3. 745-750.
- Malpica-Cruz, Rodolfo, 1972, Rocas marinas del Paleozoico Tardío en el Área de San José de Gracia, Sinaloa: Soc. Geol. Mexicana, Resumen IIA. Conv. Nal. Memoria, Mazatlán, p. 189.
- Martínez-Reyes, Juventino, 1987, Excursión a la Sierra de Guanajuato, Primera Parte: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Programa, Resúmenes y Excursiones, Centenario Inst. Geología, p. 49.
- Mauger, R.L., McDowell, F.W., y Blount, J.G., 1983, Greenville - age Precambrian rocks of the Los Filtros area near Aldama, Chihuahua, Mexico: in Clark, K.F. and Goodell, P.C., eds., Geology and mineral resources of north - central Chihuahua, El Paso Geol. Soc., Field Trip Guide Book, p. 165-168.
- McDowell, F.W., y Clabaugh, S.E., 1981, The igneous history of the Sierra Madre Occidental and its relation to the tectonic evolution of western Mexico: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 5, núm. 2, p. 195-206.
- McKee, J.W., Jones, N.W., y Anderson, T.H., en prensa, The Las Delicias Basin: A Record of Late Paleozoic arc volcanism in northeastern Mexico.
- Mellord, E.I., y Breyer, J.A., 1981, Petrology of late Paleozoic basin - fill sandstones, north - central Mexico: Geol. Soc. Am. Bull., 92, p. 367-373.
- Meyer-Rúl, Federico, 1907, Resumen de la Hoja Viesca, Estados de Coahuila y Durango: Univ. Nal. Autón. México, Carta Geológica de México, Hoja Viesca, 1:100 000.
- Mújica-Mondragón, y Albarrán, Jacobo, 1983, Estudio petrogenético de las rocas ígneas y metamórficas del Altiplano: Inst. Mexicano del Petróleo, Subdirección de Tecnología de Exploración, Informe Interno Proyecto C-1156, 78 p., inédito.
- Nieto-Obregón, Jorge, Delgado-Argote, L.A., y Damon, Paul, 1985, Geochronologic, petrologic and structural data related to large morphologic features between the Sierra Madre Occidental and the Mexican Volcanic Belt: Geofis. Int., Special Volume on Mexican Volcanic Belt, Part 2, Ed. S.P., Vol. 24 - 2, p. 623-663.

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1983, North American Stratigraphic Code: Amer. Assoc. of Petrol. Geol. Bulletin, v. 67, núm 5, p. 841-875.
- Pacheco, G.C., Castro-Moreno, Ricardo, y Gómez-G., M., 1982, Confluencia de terrenos estrato - tectónicos en Santa María del Oro, Dgo., al oeste del Mar Mexicano: Revista del Inst. Mexicano del Petróleo,
- Pantoja-Alor, Jerjes, 1963, Resumen de la geología de la Hoja San Pedro del Gallo: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Carta Geológica de México, Hoja San Pedro del Gallo 13 RK-3, 1:100 000.
- Pindell, J.L., 1985, Alleghenian reconstruction and subsequent evolution of the Gulf of Mexico, Bahamas, and Proto - Caribbean: Tectonics, 4, 1, p. 1-39.
- Quintero-Lagorreta, O Guerrero-García, J. 1985, Una nueva localidad del basamento Precámbrico de Chihuahua en el área de Carrizalillo: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Revista, p. 98-99.
- Ramírez-Montes, Jaime, y Acevedo-C., Francisco, 1957, Notas sobre la geología de Chihuahua: Asoc. Mex. de Geólogos Petroleros Bol., 9, 9 y 10, p. 583-770.
- Rodríguez-Torres, Rafael, y Díaz-López, Rolando, 1974, Libreto guía de la excursión geológica Zacatecas, Zac.-Guanajuato, Gto.: Soc. Geol. Mexicana, pp. 1-82.
- Rogers, C.L., de Cserna, Zoltan, Tavera, Eugenio, y Ulloa, Salvador, 1961, Reconocimiento geológico y depósitos de fosfatos del norte de Zacatecas y áreas adyacentes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí: Cons. de Rec. Nat. no Renov., México, 56, 322 p.
- Ramírez, Santiago, 1882, Informe que rinde a la Secretaría de Fomento el Ingeniero de Minas que suscribe, como resultado de su exploración en los minerales de La Campechana, en el Estado de Guanajuato y Comanja y El Roble, en el de Jalisco: Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana, T. VII.
- Servais M., Rojo, Roberto, Colorado Lievano Daniel, 1982 Estudio de las rocas básicas y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato: postulación de un paleogolfo de Baja California y de una digitación tethysiana en México central. Geomimet, No. 115, Vol. 3, p. 53-71.
- Silva-Pineda, Alicia, 1979, La flora triásica de México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Revista, 3, p. 138-145.
- Suter, Max, Cordilleran deformation along the eastern edge of the Valles-San Luis Potosí carbonate platform, Sierra Madre Oriental fold-thrust belt, east-central México: Geological Society of America Bull, v. 95, p. 1387-1397.
- Tristán-González, Margarito, 1987, Estratigrafía y tectónica del Graben de Villa de Reyes, en los Estados de San Luis Potosí y Guanajuato, México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología,

Tesis Comanja de Corona Guanajuato.

- Simposio sobre la Geología de la Sierra de Guanajuato, Programa, Resúmenes y Excursión, Centenario del Inst. de Geología, Guanajuato, Gto., 91 p.
- Villarelo, J., Flores, T., et Robles, R., 1906, Etude de la Sierra de Guanajuato, Mexico 1906: Instituto Geologico Nacional, X<sup>e</sup> Congres Geologique International Mexico, Excursion XV p. 1-33.
- Wardke, A., y Martínez, Juan, 1928, The Guanajuato Mining District, Guanajuato, Mexico: Econ. Geol., v. 23, p.g 1-44.
- Wittich, E.L., 1909, Algunos datos preliminares sobre los diques de aplito - pegmatita, cerca de Silao, Guanajuato: Bol. Soc. Geol. Mexicana, T. VI, p. 173-179.