



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CIUDAD UNIVERSITARIA
FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA

Análisis Petrológico de la Sección
del Complejo Xolapa comprendida
entre Pochutla y Puerto Angel,
Oaxaca.

FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
DAVID CENDEJAS MACIEL

DIRECTOR DE TESIS:
ING. ALFREDO VICTORIA MORALES

MEXICO, D. F.

1995

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS:

A TI MI SEÑOR, POR QUIEN
BUSCO LA SABIDURIA, YA QUE
SU ADQUISICION ES MEJOR
QUE LA PLATA, Y ES DE MAS
PROVECHO QUE EL ORO PURO.

FALLA DE ORIGEN

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
A LA FACULTAD DE INGENIERIA Y A MIS PROFESORES
QUE SE ESFORZARON PARA DARME UNA EDUCACION
Y UNA FORMACION INGENIERIL DE LO CUAL
ME SIENTO ORGULLOS

ESPECIALMENTE A MIS PROFESORES:
ALFREDO VICTORIA MORALES,
DANTE J. MORAN ZENTENO,
GUILLERO TRIGOS, ENRIQUE GONZALES,
CESILIA CABALLERO MIRANDA,
Y A TODOS AQUELLOS QUE ESCAPAN DE
MI MEMORIA, QUIENES ME ENSEÑARON
LA GEOLOGIA Y LA RIQUEZA QUE
EXISTE EN SU ESTUDIO.

A MARIA DEL SOL, TEODORO,
ANDRES, CARMEN, A LOS PROFESORES
GILBERTO SILVA, GERMAN ARRIAGA,
JOSE LUIS JIMENES; QUIENES TANTO
ME APOYARON EN LA ELABORACION DE
ESTE TRABAJO

MUY ESPECIALMENTE A MIS PADRES
JOSE DE JESUS Y
MARIA DE LOS ANGELES BEATRIZ,
QUIENES ME ENSEÑARON POR MEDIO
DE SU AMOR, COMPRENSION Y
RESPECTO LA BUSQUEDA DE LA
SUPERACION EN TODOS LOS NIVELES
Y EN TODOS LOS MOMENTOS

A MIS HERMANOS:
JOAN, PATRICIA, JESUS,
MARTIN (†), BEATRIZ,
FRANCISCO, ESTEFANIA,
JOSE LUIS, JUDITH Y NORMA;
DE QUIENES SIEMPRE HE
TENIDO AMOR Y APOYO PARA
MIS PROYECTOS.

AGRADESCO A MIS ABUELOS:
DAVIS Y ANGELINA.
JUAN Y MARIA DE JESUS;
QUE EN GLORIA DE DIOS ESTEN
POR LA VIDA Y EL APOYO QUE
SIEMPRE RECIBI DE ELLOS.

A LOLA COMO ABUELITA
QUE FUE QUE ES Y QUE SERA;
A MIS TIAS:
ENRIQUETA, MARIA OFELIA
Y LICHA, QUIENES ME
APOYARON SIEMPRE

A MIS PARIENTES Y AMIGOS
QUE EN CADA ETAPA DE LA
VIDA ME ACOMPAÑARON TANTO
EN LAS BUENAS COMO EN LAS
MALAS. LES DOY LAS GRACIAS

A MI NOVIA
MARIA DEL CARMEN,
POR SU AYUDA,
SU TIEMPO Y AMISTAD
PARA LE ELAVORACION
DE ESTE TRABAJO



VENERABLE HONORABLE
ACADEMIA DE MÉRITO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-033

SR. DAVID CENDEJAS MACIEL
Presente.

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

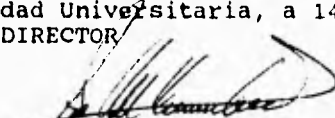
ANALISIS PETROLOGICO DE LA SECCION DEL COMPLEJO XOLAPA COMPRENDIDA ENTRE POUCHUTLA Y PUERTO ANGEL, OAXACA

| | |
|------------|---|
| | RESUMEN |
| I | GENERALIDADES |
| II | MARCO GEOLOGICO REGIONAL |
| III | DEFINICION DE UNIDADES LITOLÓGICAS |
| IV | DISCUSION DE RESULTADOS |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS |
| | APENDICES |
| | MAPAS E ILUSTRACIONES |

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

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

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 14 de mayo de 1993
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS*EGLM*gggt*

INDICE

| | pag. |
|--|------|
| Resumen..... | 1 |
| CAPITULO I | 2 |
| I.1 Generalidades | 2 |
| I.2 Metodología | 6 |
| I.3 Objetivo | 7 |
| | |
| CAPITULO II MARCO GEOLOGICO REGIONAL | 8 |
| II.1 Límites | 8 |
| II.2 Edad en granitos e interpretación tectónica | 9 |
| II.3 Datos de foliación en el terreno xolapa | 21 |
| | |
| CAPITULO III DEFINICION DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS .. | 22 |
| III.1 Unidad Pochutla | 30 |
| III.2 Unidad Dos | 31 |
| III.3 Unidad Zapotal | 35 |
| III.4 Unidad El Colorado | 37 |
| III.5 Unidad La Cruz | 39 |
| III.6 Unidad Puerto Angel | 41 |
| | |
| CAPITULO IV DISCUSION | 48 |
| | |
| APENDICES | |
| Estudios Petrográficos | 59 |
| Datos Estructurales | 93 |
| Abreviaciones | 95 |
| | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 96 |

RESUMEN

La sección San Pedro Pochutla - Puerto Angel, ubicada en el Estado de Oaxaca y correspondiente a el Complejo Xolapa, está conformada por una secuencia de migmatitas definidas por 6 unidades litológicas:

* Unidad Pochutla.- Del cruce de la carretera a Huatulco hasta la ciudad de San Pedro Pochutla; compuesta por granito con intercalaciones de lentes y bandas de gneis cuarzo-feldespático de biotita.

* Unidad DOS.- Del cruce de la carretera a Huatulco hasta antes del lugar El Zapotal, formada por migmatitas con predominancia del leucosoma sobre el melanosoma; con estructura estromática principalmente y en ocasiones agmática. En general estas migmatitas presentan esfena, epidota y granate masivo. También existe calcilicatita.

* Unidad ZAPOTAL.- Del lugar El Zapotal hasta antes del poblado de El Colorado; corresponde a una secuencia calcárea constituida por mármol (forma parte del melanosoma), con presencia de grafito.

* Unidad EL COLORADO.- Del poblado El Colorado hasta la salida del mismo, 100 metros adelante, la estructura de la migmatita es estromática y en ocasiones agmática y/o fleblítica, predominio del melanosoma sobre el leucosoma. Presenta una zona de milonita al final de la unidad.

* Unidad ARROYO LA CRUZ.- Se ubica saliendo el poblado de El Colorado hasta el final del poblado Arroyo Cruz; la estructura de la migmatita es estromática y solo en partes es agmática y/o fleblítica. Corresponde a una zona de menor migmatización que las demás unidades, también se caracteriza por la presencia de perfitita y granate granular en casi toda la unidad.

* Unidad PUERTO ANGEL.- Del final del poblado Arroyo Cruz hasta el final de Zipolite, con estructura predominantemente agmática y en partes fleblítica y/o estromática, hay predominio del melanosoma sobre el leucosoma. La secuencia de migmatitas está afectada por intrusivos posttectónicos (granito "S"). Presenta fenocristales de granate (5 cm de diámetro).

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

GENERALIDADES

El Complejo Xolapa es uno de los Complejos Metamórficos que constituyen la Sierra Madre del Sur de la República Mexicana, (en adelante en este trabajo de tesis sólo se le llamará México) y además, es el de mayor extensión ya que tiene un área de exposición de más de 600 km de largo y 50 - 150 km de ancho. Esta unidad geológica es paralela a la margen continental del Pacífico. (Ortega-Gutiérrez 1981); a pesar de esto es el menos conocido geológicamente y en definitiva el que presenta hasta la fecha más problemas y contradicciones de todos estos Complejos Metamórficos.

Ha sido de interés en este trabajo, conocer las unidades litológicas del lugar que afloran a lo largo de la sección Pochutla-Puerto Angel, tener una base que nos sirva para lograr así una interpretación más detallada de la zona investigada, que pueda dar pie a un mejor conocimiento de este Complejo Metamórfico en sentido tanto científico como económico. (fig. 1).

Las principales características geológicas de los terrenos cristalinos del Sur de México tomados de Ortega-Gutiérrez (1981) modificada con datos de este trabajo, se encuentran en la tabla 1.1.

La definición del Complejo Xolapa fué realizada por el Dr. De Cserna en 1965, quien lo consideró como un Complejo Cristalino formado principalmente por **migmatitas, esquistos, gneises, milonitas, cuerpos intrusivos**; fijando la localidad tipo en la Barranca de Xolapa. Posteriormente se consideraron como parte del Complejo Xolapa a todos los cuerpos metamórficos que se extienden desde Acapulco hasta el Istmo de Tehuantepec (Guerrero-García, 1975; Ortega Gutiérrez, 1982; Campa y Coney, 1983), aun cuando la litología de dichos cuerpos no coincide, en la mayoría de los casos, con la descripción original de la localidad tipo.

Victoria-Morales, et al., (1988), en el Río La Sabana agrupó a las rocas metamórficas como una secuencia de **paragneises** y **ortogneises** cortados por un frente de intrusivos **cuarzodioríticos** y **dioríticos** que cambian a un frente de **migmatitas**; dentro de los **paragneises** predominan: **gneises cuarzo-feldespáticos con grafito**, **gneises pelíticos con estauroлита**, **mármoles de grafito**, **calcilitatitas de wollastonita** y **anfíbolitas**. Los **ortogneises** son: **gneises cuarzo-feldespáticos con biotita** y **cuerpos anfíbolíticos**.

FALLA DE ORIGEN



fig. 1

David Cedeño Maciel
Tesis de Licenciatura
1995

| CARACTERÍSTICAS GENERALES | OAXAQUEÑO | ACATLAN | XOLAPA | TIERRA CALIENTE |
|--|----------------------------|--|---|---|
| EDAD | Proterozóico medio | Paleozóico temprano | Mesozóico tardío | Mesozóico-Paleozóico |
| LONGITUD | 270 Km | 270 Km | 100 Km | 250 Km |
| ANCHO | 100 Km | 170 Km | 75 Km | 100 Km |
| ESPESOR | 17 Km | 15 Km | 10 Km | 4 Km |
| AREA EXPUESTA APROXIMADA | 10,000 Km ² | 10,000 Km ² | 20,000 Km ² | 7,000 Km ² |
| PROTOLITO SEDIMENTARIO | Tipo plataformas | Margen continental pasivo - oceánica | Arco insular | Arco insular |
| PROTOLITO IGNEO | Toleítico-Alcalino | Ofiolítico | Calco - Alcalino | Calco - Alcalino |
| DEFORMACION DOMINANTE | Neofónica | Polifónica | Mesofónica? | Polifónica |
| FACIES METAMORFICAS | Granulito | Plurifacies | Epídoto-Anfibolita Anfibolita | Esquistos verdes |
| SERIES DE FACIES METAMORFICAS | Mesobárica | Polibárica | Hipobárica | Hipobárica |
| MILONITAS SIMTECTONICAS | Desconocidas | Abundantes | Barras; Posttectónicas regaleras (abundantes) | Barras |
| MIGMATITAS | Barras | Barras | Abundantes | Desconocidas |
| BARRAMENTO SIALICO | No expuesto | Retrajado? en parte oceánica | Diálico | Granítico? |
| ESTILO OROGENICO | Enidílico | Ciclo Wilson | Margen Continental | Margen Continental |
| PRINCIPALES MINERALES METALICOS ECONOMICOS | Ti - P - Fe U - Th - Zr | La mayor parte no explorada, potencial e Cu, Fe, Co, Ni | Potencial en resaltos de sill. y cord, epídoto (goma) pegmatita Qs-Potd. | Sulfuros polimetálicos masivos y en vena. |
| SISTEMA OROGENICO | Grenviliano | Apalachiano - Calcedoniano | Cordillerano | Cordillerano |

Tabla 1.1 Principales terrenos cristalinos del Sureste de México y sus principales características geológicas. Tomado de Ortega-Gutierrez (1981). Modificado para tesis.

Además flasergneises, con migmatitas donde el melanosoma está constituido por gneises de sillimanita y granate, mármoles y esquistos, existiendo una zona de restitas de biotita-cordierita-sillimanita-rutilo.

La secuencia metamórfica se encuentra afectada por intrusivos Terciarios que afectan al Complejo Xolapa, a los cuales De Cserna sólo los marca como troncos, mientras que Morán-Zenteno (1992) además de troncos concluye que por sus dimensiones también existen **batolitos**, estos cuerpos tienen una composición que varía de **granítica a tonalítica**, y por su área de exposición podrían alcanzar el 50% del área correspondiente al Terreno Xolapa; en algunas localidades muy restringidas, las rocas metamórficas del Xolapa se encuentran cubiertas por rocas volcánicas del Terciario.

Tolson et al., (1993) mencionan que el Complejo Xolapa está constituido por rocas metasedimentarias, metavolcánicas y plutónicas que han sido sometidas a un evento tectonotérmico que ocasionó anatexis, deformación y metamorfismo regional. Las metasedimentarias incluyen mármoles con forsterita ± flogopita y esquistos de biotita ± granate ± muscovita ± sillimanita. Las metavolcánicas son anfibolitas de hornblenda y las plutónicas son ortogneises de biotita con esfena. Los granitoides post-metamórficos varían de tonalitas a granitos.

Los autores anteriores consideran que las rocas metamórficas del Complejo Xolapa se formaron en condiciones de facies de anfibolita, excepto D'Cserna '65 quien considera las facies de esquistos verdes y epidota-anfibolita.

Campa y Coney (1983) Realizaron un estudio para interpretar el mecanismo de la tectónica en México, a lo largo de la corteza continental mediante un análisis tectono-estratigráfico en el cuál considera que los límites entre los terrenos son grandes discontinuidades estratigráficas, litológicas, de facies, etc.,. Esta división tectono-estratigráfica en el Sur de México (fig. 1.1) marca 6 terrenos:

- 1.- Terreno Guerrero
- 2.- Terreno Mixteco
- 3.- Terreno Oaxaca
- 4.- Terreno Juárez
- 5.- Terreno Xolapa
- 6.- Terreno Maya

Al igual que Campa y Coney (1983), Coney (1983) y Ortega - Gutiérrez y Corona Esquivel (1986) han sugerido que el Terreno Xolapa podría ser un terreno alóctono.

En cuanto a la edad han existido una variedad de criterios y por lo mismo se han dado diferentes edades que van del **Paleozóico** al **Terciario**.

Por inferencia geológica es considerado Paleozóico (De Cserna 1965); Paleozóico - Mesozóico? (Ortega-Gutiérrez 1981).

Por métodos radiométricos se han obtenido edades del Jurásico-Terciario (Campa y Coney 1983; Guerrero et al., 1978), Morán (1992), utilizando los métodos Rb-Sr y Sm-Nd en gran parte de la sección tipo, considera una edad Cretácica Temprana; Herrmann, et al., (1994) por método de U/Pb en zircones determina una corteza proterozóica y una edad metamórfica del Cretácico Tardío al Terciario Temprano.

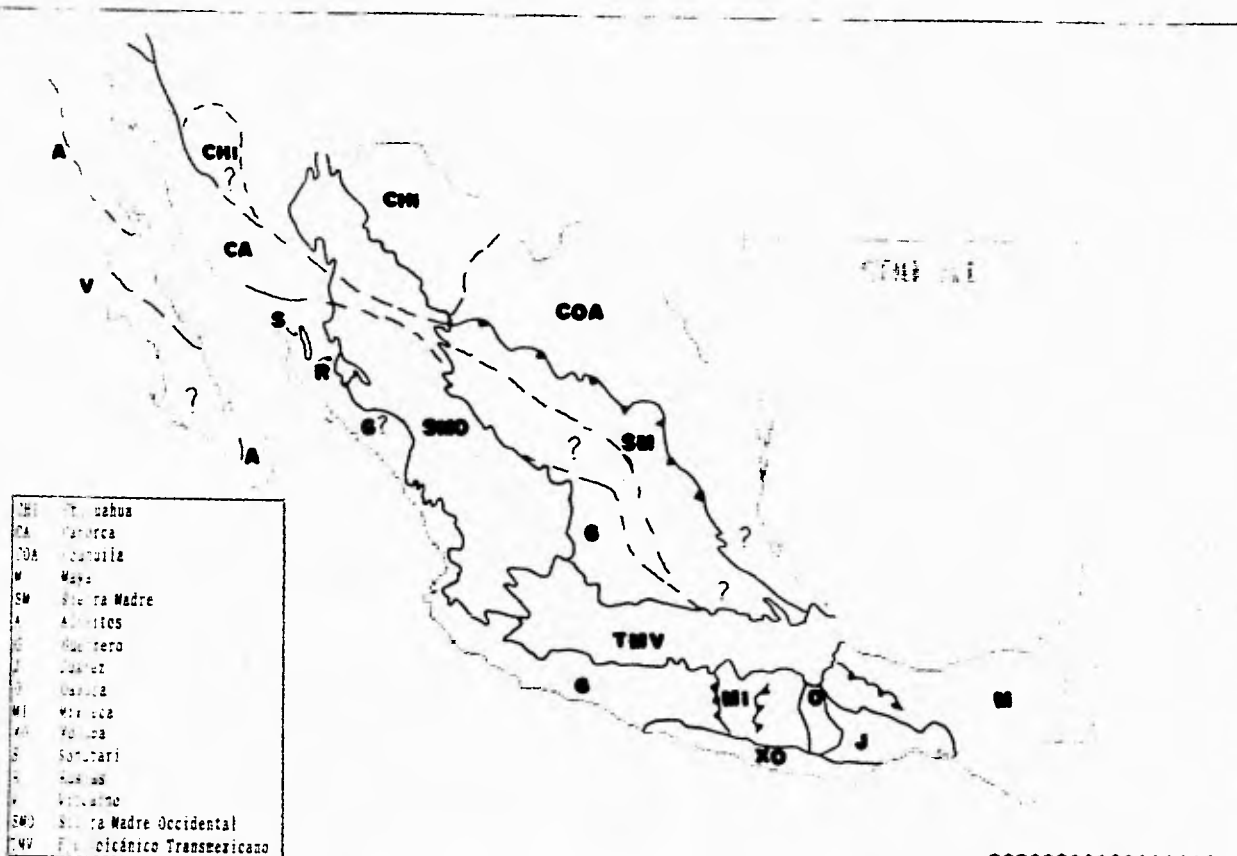


fig. 1.1
Terrenos Tectono-estratigráficos de México
(Campa y Coney, 1983).

David Córdova Maciel
 Tesis de Licenciatura
 1995

1.2.- METODOLOGIA:

El trabajo se llevó a cabo realizando diferentes etapas; primeramente fué un estudio biblio-cartográfico de trabajos previos de la región en general, considerando también a los complejos adyacentes; a continuación se llevó a cabo la fotointerpretación del área estudiada esc. 1:75,000 (INEGI); posteriormente se realizó la salida a campo, tanto para conocer en detalle el área en cuanto a aspectos estructurales, petrográficos, así como verificar la fotointerpretación realizada anteriormente y recolección de muestras. Todos estos datos se vaciaron a una carta topográfica 1:50,000 (INEGI); los levantamientos se efectuaron en un total de 22 días en la sección por medio de 2 salidas en diferente fecha de tal manera que la correspondiente a la segunda sirviese para corroborar datos petrográficos y/o despejar dudas de algún lugar; ya en gabinete se realizó todo el estudio petrográfico al microscopio con un total de 37 estudios.

Para la verificación de identificación de algunos minerales se utilizó además estudios por Difracción de Rayos X y el método de Catodoluminiscencia.

Los análisis petrográficos se anexan en el apéndice.

1.3.-OBJETIVO:

Levantar una sección geológica desde Pochutla hasta Puerto Angel, Oaxaca, con la finalidad de determinar las características petrológicas de las rocas metamórficas pertenecientes al Complejo Xolapa que afloran en esta zona, para realizar inferencias acerca de la secuencia premetamórfica y las condiciones o procesos metamórficos que las afectaron.



CAPITULO II

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

II.1) Límites:

El Complejo Xolapa limita al NW con el Complejo Tierra Caliente; al N por el Complejo Tierra Caliente, Complejo Acatlán, así como por el Complejo Oaxaqueño; al NE por los Complejos Epimetamórficos (Ortega-Gutiérrez 1981) (fig. II.1).

Dentro de la división tectono-estratigráfica de Campa y Coney (1983) el Terreno Xolapa está limitado al NE por el Terreno Guerrero; al N por los Terrenos Mixteco y Oaxaca y al NE por el Terreno Juárez. Estos autores consideran que estos límites corresponden a fallas. (fig. I.1)

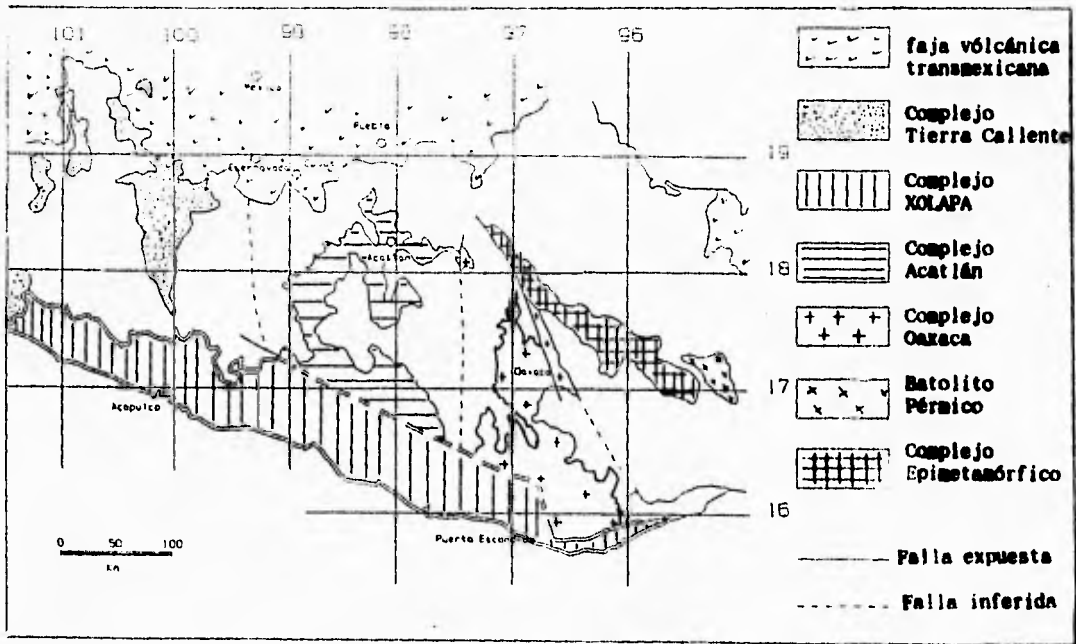


fig. 11.1

Mapa geológico mostrando la distribución de los terrenos cristalinos en el sur de México (Ortega-Gutiérrez, 1981)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

Ratschbacher, et al., (1991) considera que el contacto con los Terrenos Juárez, Mixteca y Guerrero en sus límites con el Terreno Xolapa está caracterizado por milonitas en fallas normales.

Se conocen las características geológicas de algunos de los límites, más existen casos en los cuales no se tiene la certeza de la dirección ni las características de dicho límite, como lo es el caso de la denominada falla de Chacalapa, la cuál actualmente está siendo estudiada para determinar sus dimensiones y el espesor del material involucrado en la deformación (Comunicación personal del grupo de Morán-Zenteno).

Con respecto a lo que se menciona anteriormente, Tolson et al., (1993) mencionan que no se sabe con exactitud cuales son las semejanzas y diferencias petrológicas, geoquímicas y estructurales que exhibe el Terreno Xolapa en toda su extensión. La naturaleza de los contactos es en parte incierta... Ya que existe yuxtaposición de varios terrenos tectono-estratigráficos. Así mismo las relaciones temporales y espaciales de magmatismo y de deformación no han sido del todo establecidas para la región al oriente de Puerto Angel, Oaxaca.

II.2) Edad en granitos e interpretación tectónica:

En la margen suroccidental de México se encuentran emplazados una gran cantidad de granitoides los cuales forman parte de una provincia magmática que se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, desde Puerto Vallarta hasta la parte final del Complejo Xolapa. De acuerdo a Negendank et al., (1987) estos granitoides conforme al sistema O'CONNOR (1965) varían de tonalitas a

granodioritas y granitos; según STRECKEISEN pueden ser descritas como granitos, granodioritas, etc. de biotita \pm hornblenda: de acuerdo a CHAPPEL & WHITE (1974) granitos tipo I pertenecientes a la serie de magnetita de TAKAHASHI et al., (1980) que cuentan con un caracter calco-alcalino.

Para el diagrama de descriminación de Rb/Y + Nb de PEARCE et al., (1984) estas rocas serían "granito de arco volcánico" intruídos en una **margen continental activa** durante un tiempo anticipado de emplazamiento, edad Terciario Temprano.

Con base en estudios paleomagnéticos en batolitos del Complejo Xolapa (Acapulco y Ocotito), Böhnel et al., (1988) obtuvo edades Rb/Sr en biotitas son de 48 ± 0.5 m.a. para el granitoide de Acapulco y de 37 ± 2 m.a. para el granitoide Ocotito ... Los resultados paleomagnéticos sugieren que el Terreno Xolapa fué acrecionado a la margen del Sur de México, antes del Terciario Temprano. (Tabla II.1).

Para Tolson et al., (1993) los niveles corticales, del Terreno Oaxaca y Terreno Xolapa, habrían sido yuxtapuestos como resultado del levantamiento y erosión del Terreno Xolapa durante el Cenozoico Superior. En este modelo, el Terreno Xolapa no representa un arco magmático acrecionado sino un arco magmático paraautóctono exhumado.

TABLA II.1

| | Pb - α (De Cserna et al., 1974) | Rb - Sr (Guerrero 1975) |
|---|--|---|
| GRANITO ACAPULCO | 98 \pm 10 m.a. 100 \pm 10 m.a. | 43 \pm 7 m.a. (isocrona de deter) 48 \pm 0.5 m.a. tiempo de intrusion y enfriamiento del cuerpo. |
| MONZONITA TIERRA COLORADA - OCOTITO. | 96 \pm 10 m.a. | 36.6 \pm 2 m.a. concentrado de biotita ed. min. |
| MONZONITA XALTIANGUIS | 97 \pm 10 m.a. 90 \pm 9 m.a. | 31.5 \pm 0.3 m.a. concentrado de biotita ed. min. |

Tabla II.1.- Resultados de los estudios geocronológicos en batolitos del Complejo Xolapa realizados en Acapulco y Ocotito. (Böhnel et al., 1988)

Sin embargo existen aún una gran cantidad de fechamientos pertenecientes al Terreno Xolapa y áreas adyacentes en las cuales se han utilizado diferentes métodos, materiales, localidades y rocas, realizados por una gran cantidad de expertos en la materia.

Dentro de los métodos: "El Pb - α utilizado por Larsen y De Cserna; se considera de poca confiabilidad ... derivado de las premisas de que la totalidad del plomo contenido en los minerales estudiados sea radiogénico, de que la relación U/Th sea constante en dichos minerales y de que sus sistemas isotópicos hayan permanecidos cerrados desde su cristalización (Faure, 1986)" Tomado de Dante J. Morán (1992).

Los fechamientos fueron realizados en plutones no deformados y deformados, los cuales se presentan en las tablas 11.2 y 11.3 respectivamente.

TABLA II.2

| LOCALIDAD | ROCA | METODO | MATERIAL | EDAD (m.a.) | REFERENCIA |
|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|-------------|---|
| ACAPULCO | granítica | Pb-a | zircones | 98±10 | Larsen et al., '58 |
| XALTIANGUIS | " | Pb-a | zircones | 97±10 | " |
| OCOTITO (T. COLORADA) | " | Pb-a | zircones | 96±10 | " |
| ACAPULCO | granito rapakivi | Pb-a | zircones | 100±10 | De Cserna et al., '74 |
| XALTIANGUIS | granito | Pb-a | zircones | 96±9 | " |
| B. XOLAPA | pegmatita deformada | Pb-a | zircones | 30±8 | " |
| HUATULCO | monzonita cuarcífera | Pb-a | zircones | 97±10 | " |
| ACAPULCO | granito | Rb-Sr | feld. K | > 80 | Fries y Rincon-Orta, '65 |
| ACAPULCO | " | Rb-Sr | roca total | 43±7 | Guerrero-García, '73 |
| ACAPULCO | " | (l. de regresión) Rb-Sr | biotita | 46±0.5 | " |
| XALTIANGUIS | monzonita cuarcífera | Rb-Sr | biotita | 31±0.3 | " |
| T. COLORADA | monzonita cuarcífera | Rb-Sr | biotita | 36.6±2 | " |
| RIO VERDE | diorita | Rb-Sr | biotita | 18.5±0.5 | " |
| ACAPULCO | intrusiva | K-Ar | biotita | | López-Infanzón y Grajales-Sánchez, '94 |
| XALTIANGUIS | " | K-Ar | biotita | 27-50 | " |
| SUR DEL COMPLEJO XOLAPA | plutón tonalítico | U-Pb | zircones | 40 | Robinson et al., '89 |
| B. XOLAPA | esquisto p. | Rb-Sr | biotita | 54±1 | Morán '92 |
| B. XOLAPA | pegmatita | Rb-Sr | ortoclasa | 59±1 | " |
| B. XOLAPA | aplita y pegmatita | Rb-Sr | uscovita | 59±1 | " |
| XALTIANGUIS | ? | Rb-Sr | biotita | 39±1 | " |
| T. COLORADA | ? | Rb-Sr | biotita | 26±1 | " |
| ACAPULCO | ? | Rb-Sr | biotita | 43±1 | " |

Tabla II.2.- Relación de determinaciones geocronológicas previas llevadas a cabo en cuerpos plutónicos del terreno xolapa, las rocas correspondientes a Morán fueron calculadas a partir de las relaciones isotópicas de la roca total y de los concentrados minerales. Morán = febrero 1992.

TABLA 11.3

| LOCALIDAD | ROCA | METODO | MATERIAL | EDAD (m.a.) | REFERENCIA |
|--------------------------|-----------------------|---|------------|------------------|--------------------------|
| B. XOLAPA | esquistos | K-Ar | biotita | 37±2 | De Cserna et al., '62 |
| LA VENTA | gneis | K-Ar | biotita | 43±7 | * |
| EL VEINTIUNO | granito gneisico | Pb-a | zircones | 345±35 | De Cserna et al., '74 |
| POCHUTLA | gneis | Pb-a | zircones | 530±50 | * |
| EL GUAJOLOTE | diq.ue monzonitico | Pb-a | zircones | 290±29 | * |
| AL SUR DE XALTIANGUIS | gneis | Rb-Sr (l. de regresión 8 puntos) (l. de regresión 6 puntos) | roca total | 180±84 195±44 | * Guerrero García '75 |
| PUERTO ANGEL | ortogneis | Rb-Sr (l. de regresión 6 puntos) | roca total | 322±66 | * |
| AL SUR DE XALTIANGUIS | ortogneis | U-Pb (edad concordante) | zircones | 165±3 | G. García et al., '78 |
| AL SUR DE XALTIANGUIS | gneis | Rb-Sr (isocrona de tres puntos) | biotita | 31.8±.04 | Guerrero García '75 |
| RIO COZUALTEPEC | gneis | Rb-Sr (inicio asumido 0.705) | biotita | 24±.06 | * |
| PUERTO ANGEL | ortogneis | Rb-Sr | biotita | 10.8±.3 | * |
| PUERTO ANGEL | ortogneis | Rb-Sr | biotita | 15±1.5 | * |

Tabla 11.3.- Determinaciones geocronológicas previas en rocas metamórficas y plutones deformados del terreno xolapa. (Morán - Zenteno 1992)

Pantoja-Alor (1983) concluyó, con base en una revisión de edades de K-Ar y Pb- α , que ocurrieron en dicha región 2 eventos magmáticos significativos desde el Jurásico Tardío, separados por un hiatus (entre 88 y 66 m.a.), en el cual para el 1^{er} evento: existencia de rocas volcánicas y volcanoclásticas del Cretácico Temprano y parte inicial del Cretácico Tardío, que afloran en diferentes latitudes, desde Jalisco hasta la parte Noroccidental del Estado de Guerrero; incluyendo además algunas manifestaciones de actividad volcánica reconocidas en secuencias del Jurásico Tardío (Pantoja-Alor '59; Campa '78; Campa-Ramírez '79). Para el 2^o evento magmático interpretado por Pantoja-Alor se habría iniciado hace 66 m.a. e incluiría el emplazamiento de numerosos plutones graníticos y el volcanismo asociado que habría continuado hasta el Oligoceno.

Damon et al., (1981) considera que la paleogeografía de México desde el Cretácico hasta el Presente estuvo determinada por la migración del arco magmático cordillerano y por levantamientos isostáticos debidos a colisión-levantamiento del continente.

Otro trabajo en zircones realizado por Herrmann y Nelson (1992) utilizando el método U-Pb, han reconocido eventos de intrusión, en la región de Acapulco dandoles una edad entre los 35 y 26 m.a.. Adicionalmente reportan edades para el metamorfismo que varían entre los 70 y 40 m.a., aunque han obtenido una edad de 131 m.a. para un cuerpo de migmatitas.

Existen interpretaciones que consideran la actividad magmática Mesozóica del Terreno Guerrero asociado a un límite convergente de 2 segmentos oceánicos con subducción al occidente. (Urrutia-Fucugauchi, '80; Coney, '83; Urrutia-Fucugauchi y Valencia, '86).

De acuerdo a estos modelos las secuencias volcánicas y sedimentarias del Terreno Guerrero se habrían desarrollado como parte de un arco intraoceánico que fué acrecionado a la margen continental occidental de México durante el Cretácico Tardío. Como consecuencia de dicha colisión se habría generado detrás del arco acrecionado una nueva fosa con polaridad de la subducción al este. Coney (1983) considera que este evento de colisión podría ser responsable de los episodios de deformación de la Orogenía Laramide. (Tomado Morán-Zenteno '92).

Campa y Ramírez (1979) realizan el esquema tectónico explicando las variaciones laterales de las secuencias vulcanosedimentarias pertenecientes al Terreno Guerrero durante el Jurásico y Cretácico Inferior. (fig. 11.2).

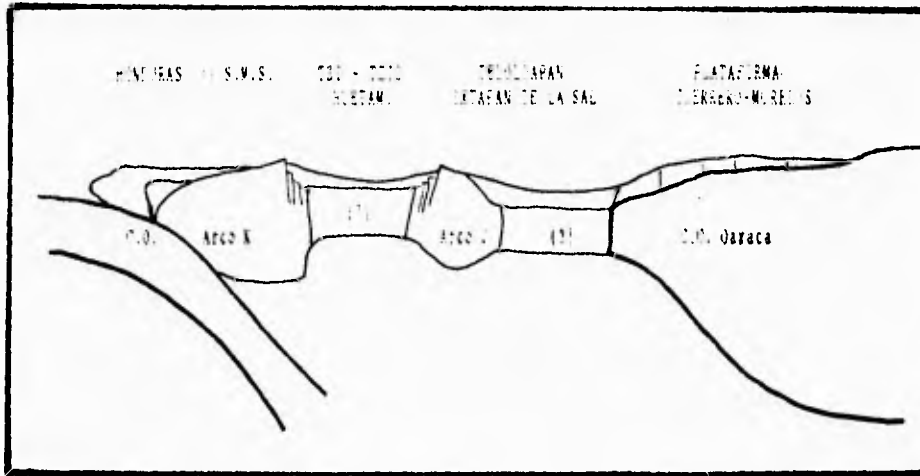


Fig. 11.2

Esquema tectónico concebido por Campa y Ramírez (1979) para explicar las relaciones tectónicas y variaciones laterales de las secuencias vulcanosedimentarias del Jurásico y Cretácico Inferior en el Terreno Guerrero. De acuerdo a este esquema el arco magmático del Jurásico habría ocupado una posición mas próxima a la margen continental (área de Teloioapan-Ixtapan de la Sal) que el arco cretácico. C.O. = Corteza Oceánica, C.C. = Corteza Continental. (Según Dante Morán 1992).

David Cordero Ouciel
 Tesis de Licenciatura
 1993

RESULTADOS GEOCRONOLÓGICOS DE Rb-Sr PARA CONCENTRADOS MINERALES DE UNIDADES DEL COMPLEJO XOLAPA.

| MUESTRA | LOCALIDAD | Rb(ppm) | Sr(ppm) | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | EDAD |
|----------|-------------|---------|---------|---------------------------------|---------------------------------|------|
| 1A-biot | R. Papagayo | 463.7 | 8.14 | 166.0 | 0.779652 | 31±1 |
| 1B-biot | " | 500.5 | 4.55 | 322.9 | 0.850655 | 31±1 |
| 1E-biot | " | 448.7 | 2.18 | 616.1 | 1.068752 | 41±1 |
| 1J-biot | " | 540.7 | 9.42 | 167.3 | 0.781379 | 32±1 |
| 17C-biot | " | 429.9 | 2.71 | 468.1 | 0.850655 | 29±1 |
| 17D-biot | " | 630.8 | 2.01 | 942.9 | 1.105134 | 30±1 |
| 106-ort | B. Xolapa | 361.6 | 253.75 | 4.1 | 0.711954 | 59±1 |
| 106-mus | " | 751.3 | 7.34 | 303.5 | 0.965623 | |
| 107-mus | " | 631.3 | 6.09 | 307.5 | 0.968730 | 59±1 |
| 111-mus | " | 250.8 | 176.00 | 4.133 | 0.724796 | |
| 111-biot | " | 592.0 | 4.96 | 355.2 | 0.994327 | 50±1 |
| 123-biot | Milpillas | 414.0 | 3.14 | 386.84 | 0.845175 | 25±1 |

Tabla 11.4 Resultado de los fechamientos realizados por Morán-Zenteno '92 en concentrados minerales procedentes de muestras del Complejo Xolapa. Las muestras 111-mus y 111-biot pertenecen a un esquistos pelítico; las muestras 106-ort y 106-mus pertenecen a una pegmatita y la muestra 107-mus pertenecen a una aplita y a una pegmatita. Las muestras restantes proceden de los plutones deformados de las localidades indicadas. Las edades fueron calculadas a partir de las relaciones isotópicas de la roca total y de los concentrados minerales. (David Cendejas Maciel '95).

| MUESTRA | LOCALIDAD | Rb(ppm) | Sr(ppm) | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | EDAD |
|---------|-------------|---------|---------|---------------------------------|---------------------------------|------|
| 48-biot | Xaltianguis | 715 | 3 | 668.4 | 0.993454 | 30±1 |
| 49-biot | T. Colorada | 724 | 2 | 1016.9 | 1.085047 | 26±1 |
| 50-biot | Acapulco | 643 | 3 | 745.7 | 1.163031 | 43±1 |

Tabla 11.5 Resultados de los fechamientos realizados por Morán-Zenteno '92 en concentrados minerales de biotita correspondientes a plutones no deformados en el Complejo Xolapa. (David Cendejas Maciel '95).

De estos resultados se revela la existencia de al menos 2 eventos magmáticos principales en la región.

El 1^o relacionado al emplazamiento de los plutones deformados que se desarrolló durante el Cretácico Temprano y está relacionado probablemente a el metamorfismo regional y a la anatexis de las rocas metasedimentarias que afectó a las secuencias sedimentarias del Complejo Xolapa; con edades que fluctúan entre 128 y 144 m.a. reconocida por tres líneas de regresión.

El 2^o evento magmático significativo se relacionaría al emplazamiento de plutones no deformados y cuyo punto de máxima actividad ocurrió al inicio del Terciario, seguido de un período de alto flujo térmico que perduró en la región hasta el fin del Oligoceno. Reconocido por una línea de regresión (55 ± 1 m.a.). (Considerada verdad expuria según Tolson, et al., (1993)).

Para ambos eventos las edades son interpretadas como edades de intrusión.

Las características petrológicas y geoquímicas de los plutones de las 2 generaciones reconocidas, indican que su emplazamiento ocurrió en un arco magmático asociado a un límite convergente de placas. (fig. 11.5).

Posterior al primer evento magmático se desarrolló una franja milonítica cerca del límite del Terreno Xolapa, como resultado del levantamiento del Terreno Xolapa con respecto al Terreno Mixteca con una componente de desplazamiento lateral izquierdo.

El comportamiento de las fechas obtenidas de las biotitas tanto en plutones deformados como en los plutones no deformados, a lo largo de la margen continental del Terreno Xolapa, confirma la disminución sistemática en las edades de enfriamiento, por debajo

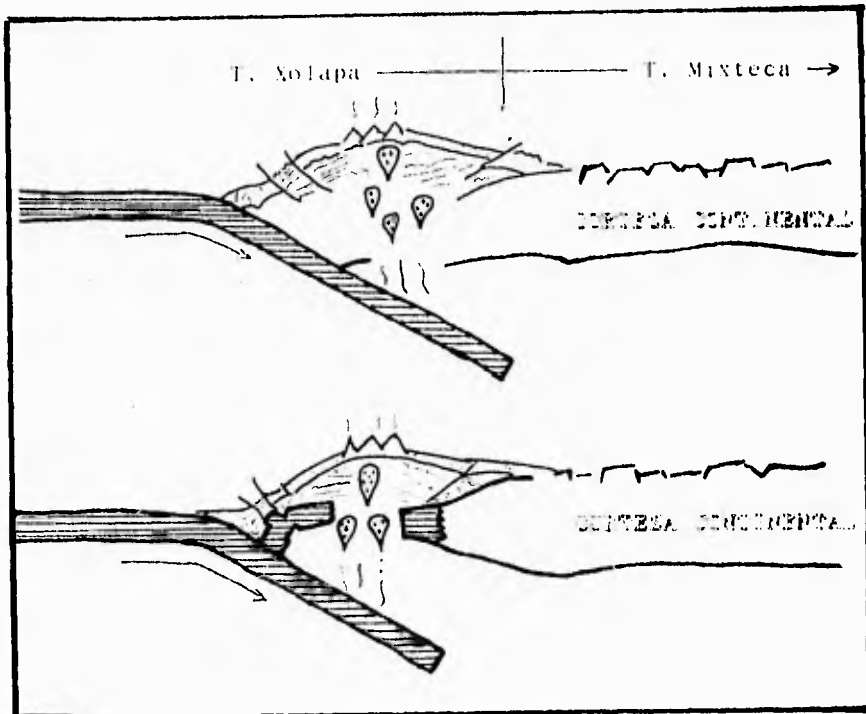


fig. II.5.-
Modelos alternativos para explicar la evolución del arco magmático correspondiente al Complejo Xolapa. a) Emplazamiento de los magmas del arco en la margen del continente representado en su parte superior por los cuerpos metamórficos del Complejo Acatlán y por sedimentos derivados de la erosión de éste; b) Emplazamiento de los magmas en el prisma sedimentario acumulado en la terminación del borde contienetal. En ambos modelos, las secuencias sedimentarias habrían sido deformadas y metamorfoseadas contemporaneamente al desarrollo del arco. (Según Morán - Zenteno 1992).

 David Cendejón Maciel
 Tesis de Licenciatura
 1995

de los 320 ± 40 °C, desde Acapulco (43 ± 1 m.a.) hasta Puerto Angel (10.8 ± 3 m.a.) Esta migración se atribuye al desarrollo progresivo hacia el sureste de la Trinchera de Acapulco.

Delgado-Argote y Carballido-Sánchez (1990) tomando datos de Couch y Woodcock, (1981) indican una edad, para la corteza oceánica, en Puerto Angel, de 10 m.a.; al igual que Morán- Zenteno '92. (fig. 11.6).

Herrmann, et al., (1994) indica la existencia del plutonismo debida a la subducción con una edad de 35 m.a. en el Oeste del Complejo Xolapa, la cual migró hacia el este conforme se movio la placa Caribe.

La relación de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ más altas de los plutones del Terciario indican contaminación de la Corteza Continental, más baja que la de los plutones del Cretacico Tardío debido al emplazamiento en una corteza rejuvenecida o por baja contaminación por una corteza adelgazada a partir de posibles eventos de tectónica en extensión, desarrolladas durante el Cretacico Tardío en el Terreno Xolapa.

Sobre los 2 eventos Tolson et al., 1993 dice: "El primer evento magmático de edad cretácica temprana fué acompañado de metamorfismo regional y desarrollo de migmatitas. El segundo, durante el Terciario, posterior a la milonita."

"El Complejo Xolapa está caracterizado por batolitos graníticos, rocas metamórficas y secuencias vulcano-sedimentarias, lo cual sugiere que la convergencia entre placas ha dominado los procesos tectónicos por 100 m.a. o más.

MILLONES DE AÑOS

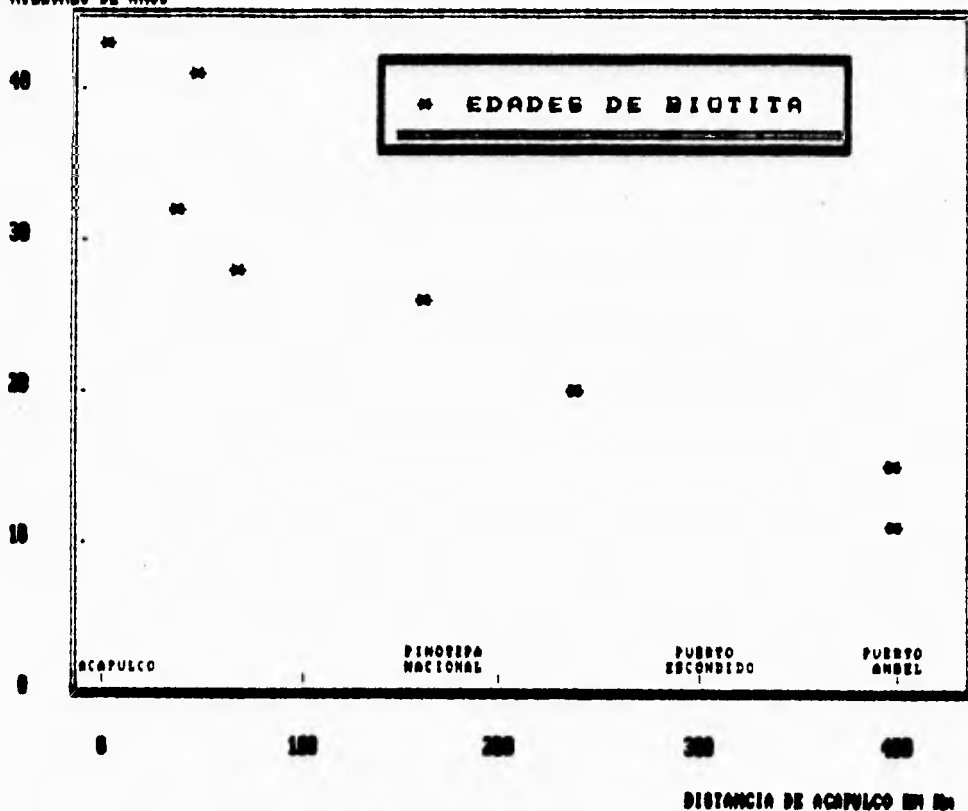


Fig. II.6 Gráfica que muestra la migración de la edad de enfriamiento a lo largo del Terreno Xolapa, obtenida de las edades de los concentrados de biotita. Los datos del sector ubicado entre Pinotepa Nacional y Puerto Escondido fueron tomados de Guerrero (1975); los datos restantes fueron obtenidos por Dante Morán (1992). Tomado de Dante Moran (1992).

David Cedejas Maciel
Tesis de Licenciatura
1995

En relación al truncamiento en la margen continental al sur de México, los modelos existentes a considerar son:

a) Movimiento lateral izquierdo conectado con el límite de la Placa Caribe y Norteamericana. (MALFAIT & DINKELMAN 1972, CARFANTAN 1983).

b) Movimiento lateral derecho asociado con movimiento de subducción oblicuo o diferencial, entre la Placa Farallón y la Placa Norteamericana. (KARIG et al 1978)." Böhnelt et al., (1988).

En cuanto a los aspectos cinemáticos de las fallas en el Terreno Xolapa, Tolson et al., (1993) menciona: " La deformación lateral y normal del área de Huatulco que exhibe la milonita es netamente lateral, seguida por desplazamientos normales sobre planos de falla; siendo posible que las deformaciones lateral + normal sea igual a la deformación oblicua normal-izquierda descrita por Ratschbacher et al., (1991). Señalando que la transición de deformación dúctil a quebradiza, de lateral a normal, sí es factible explicarla a partir de cambios térmicos en las rocas deformadas durante su exhumación, propuesto por Ratschbacher et al., (1991). El proceso de milonitización, así como el de levantamiento y exhumación, se relacionan con un cambio en el regimen tectónico ...Que dió origen a la trinchera de Acapulco a partir de individualización de la Placa del Caribe y su transporte al oriente con respecto a Norteamérica...La prolongación de la Falla Motagua formaría un punto triple trinchera-trinchera-transforme al sur de Salina Cruz; dando lugar a la migración del Bloque Chortis a partir del Cretácico Tardío y durante el Cenozoico. A la migración de este punto triple está relacionado el truncamiento de la margen continental ocupada por el Terreno Xolapa

y el desarrollo creciente de la Trinchera de Acapulco."

Esto lo menciona también Delgado-Argote et al., (1990) "Esta zona de junta triple, de tipo trinchera-trinchera-falla transforme, ubicado al SSE de Salina Cruz, es inestable y emigra desde hace aproximadamente 8 m.a. hacia el oriente, a partir de Puerto Angel, a lo largo del sistema Polochic-Motagua.

II.3) Datos de foliación en el Terreno Xolapa:

Las estructuras estudiadas hasta ahora, incluyen foliación y lineación, con tendencia a ser paralelas con la margen continental (Kesler, 1973; Ortega-Gutiérrez, 1981; Morán Zenteno, 1992). Los datos de foliación reportados por Kesler (1973), Alaniz-Alvarez (1988) y Morán-Zenteno (1992) revelan que la foliación regional fué plegada alrededor de un eje buzante entre 3° y 25° hacia el NW. (Tomado de Tolson et al., 1993).

CAPITULO III

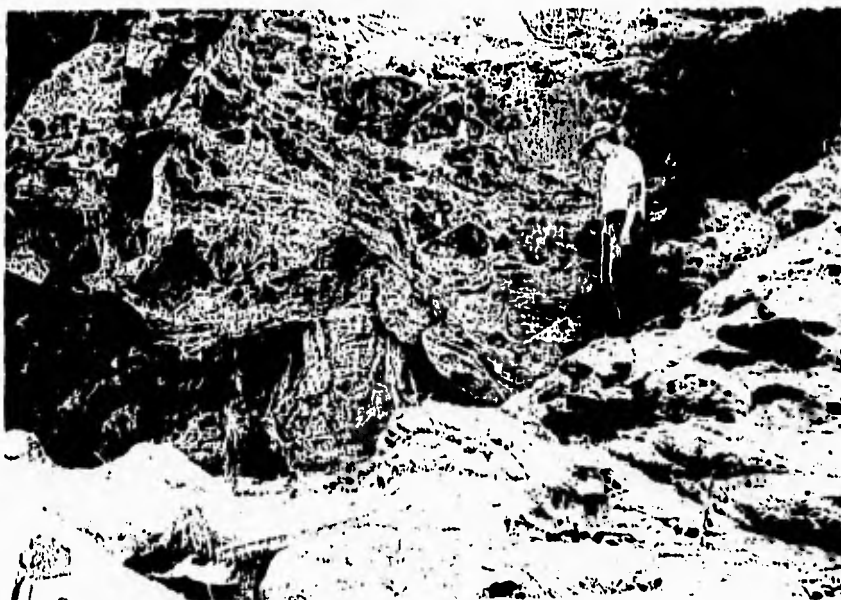
DEFINICION DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS:

La sección, Pochutla - Puerto Angel, que corresponde al estudio del presente trabajo, forma parte del Complejo Xolapa en el Sur de México, se encuentra formada por una secuencia de migmatitas.

Con base en criterios litológicos y mineralógicos se definieron las siguientes unidades, las cuales se describen a continuación:

Unidades:

- I) Pochutla.- Granito
- II) Unidad dos.- Migmatitas con epidota y esfena
- III) Zapotal.- Mármol y mármol de olivino
- IV) El Colorado.- Migmatita sin epidota ni esfena
- V) Arroyo La Cruz.- Zona de menor migmatización que las unidades anteriores y posteriores.
- VI) Puerto Angel.- Milonitas y Xenolitos, con gran cantidad de intrusivos, con granate de hasta 5 cm de diámetro.



Todas las unidades corresponden a una misma secuencia de migmatitas deformadas, por la mayor o menor presencia de leucosoma y los tipos de melanosoma.

Para tener una mejor ubicación dentro de las descripciones litológicas, iniciaremos el capítulo con definiciones, términos relacionados con las migmatitas y los diferentes conceptos que se han tenido con respecto a ellas desde su inicio.

El término **MIGMATITA** fué utilizado por vez primera por el geólogo J.J.Sederholm en 1907, definiéndolo de la siguiente manera.- Rocas gnéicas que tienen el aspecto de rocas mezcladas. También el mismo autor definió el término ANATEXIS.- Fusión parcial *in situ*.

Polkanov (1968) dió la siguiente definición:

Migmatita.- Rocas compuestas, heterogéneas, constituidas por material de roca preexistente y por material granítico subsecuentemente intruido u originado *in situ*.

Sobre esta definición Winkler (1976) hace un comentario:

"Es de fundamental importancia para describir y dar el nombre de migmatita a una roca, el que ésta haya alcanzado su apariencia migmatítica por la inyección de magmas graníticos en forma de apófisis, diques grandes o pequeños, etc. en una roca encajonante metamórfica. Se sugiere denominar a tales migmatitas **migmatitas de inyección**. Estas deben distinguirse de las **migmatitas in situ**, es decir, de aquellas migmatitas cuyas porciones graníticas de color claro no sean en su mayor parte intrusivas y originadas en una fuente externa, sino que se hayan formado dentro de un gneis o incluso esquisto de alto grado. sus porciones leucocráticas son en forma de vetillas o capas. ... La migmatita más común es la generada *in situ*, y es sólo en este tipo donde la formación de las porciones graníticas leucocráticas se rigen por leyes fisico-químicas."

Partes de una secuencia migmatítica:

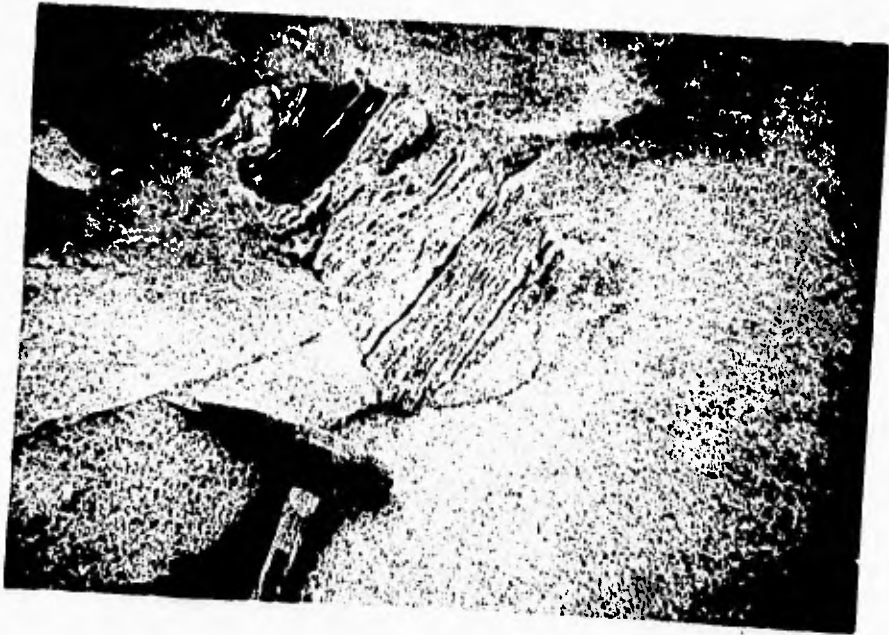
- a) Leucosoma.- Es un cuerpo de color claro con litología cuarzo-feldespática o feldespática, parte fundida de la secuencia.
- b) Melanosoma.- Cuerpo litológico color oscuro presente en migmatitas. rico en minerales máficos.
Complementario del leucosoma.
- c) Neosoma.- Porción neoformada: leucosoma + melanosoma
- d) Mesosoma } Parte del cuerpo de una migmatita compleja que no es
 } neosoma y que generalmente tiene la apariencia de la
 } roca metamórfica originaria de color intermedio entre
e) Paleosoma } el leucosoma y melanosoma.

Interpretación de cuerpos relacionados a migmatita:

- a) Paleosoma } Roca original de la cuál hipotéticamente se
- b) Protolito } desarrollo el neosoma.
- c) Restita.- Cuerpo residual, del que ha sido extraído todo el material fundido.

Estructuras típicas de migmatitas:

- a) Estromática.- Que se encuentra en capas, contienen porciones variables de material granítico o leucosoma en forma de segregaciones en el gneis, producidas principalmente in situ.
- b) Flebítica.- En venas, con las características de la Estromática.
- c) Agmática.- Semejan brechas, donde un material granítico más o menos homogéneo rodea a fragmentos angulosos de gneises más oscuros.



- d) Schlieren.- Se caracteriza por segregaciones ricas en biotita.
- e) Nebulítica.- Cuando las migmatitas son casi homogéneas.
- f) Schollen.- Bloques en gran número de material granítico o máfico.

Términos relativos a fusión:

- a) Anatexis.- Fusión parcial
- b) Metatexis.- Proceso de fusión parcial incipiente cuando se pueden distinguir petrográficamente partes fundidas y no fundidas (es decir roca original con metatectos ± restitas).
- c) Diatexis.- Proceso por el cuál la fusión es completa o casi completa, cuando no se pueden distinguir partes fundidas (es decir rocas de hábito plutónico, con schlieren, nebulíticas o casi homogéneas).

Con respecto a fusión ausente en migmatitas, Ashworth (1985) da la siguiente definición:

"La clasificación metamórfica tiene algunos efectos con respecto a la composición de muchas rocas, aparte de la obvia pérdida de componentes volátiles (H_2O , CO_2), la presencia de movimientos es menor, aunque silencioso, el cambio sutil es definitivo y tiene que ver con la estabilidad (Ferry, 1983; Haack et al., 1984). Donde el escape de los fluidos se efectúa a lo largo de las fracturas, y las vetas de cuarzo son generalmente depositadas en metamorfismo de bajo grado. (Yardley, 1982). Esto representa relativamente una redistribución local del componente soluble SiO_2 en fluidos acuósos. Con el aumento del grado provoca una tendencia de los feldespatos de entrar en reunión con las venas (Vidale, 1974)."

Formación de migmatitas (Winkler, 1976):

"Frecuentemente se ha avanzado la opinión de que la formación de las porciones leucocráticas, granítico-granodioríticas, de las migmatitas heterogéneas in situ, es debida a un proceso metasomático, es decir, al aporte de « emanaciones » desde abajo. Dichas emanaciones aunque no se han descrito con precisión, se supone que han aportado álcalis y, principalmente, Na en algunos terrenos, mientras en otros fundamentalmente K. Por otro lado, se reconoce actualmente, que la anatexis es un proceso esencial en la formación de migmatitas... La formación de las migmatitas pueden efectuarse sin adición de álcalis, debido a una simple reorganización, de una separación in situ de formaciones graníticas, leucocráticas y porciones. Llamadas restitas.

Formación de magma granítico:

La transformación metasomática de unas rocas en otras con aspecto granítico, sólo es concebible en las proximidades de un magma de esa naturaleza, y sólo a escala reducida. Por otro lado el proceso de anatexis debe conducir a la formación de migmatitas y a la de grandes cantidades de magma granítico".

Por medio de la anatexis pueden constituir los fundidos anatéticos un 50% de la roca. La temperatura del magma generado es tan alta cuanto más elevada es la de la anatexis, siendo probablemente la máxima de unos 800°C. Los magmas anatéticos de composición granítico-granodiorítica pueden cristalizar, bien en el mismo nivel en que se originan, o bien a más altos niveles corticales. (intrusión)."

Anatexis con una cantidad limitada de agua libre disponible:

En presencia de agua libre, la anatexis de gneises compuestos por feldespato alcalino, cuarzo y plagioclasa comienzan a temperaturas determinadas, si la plagioclasa es albita pura. Las temperaturas más bajas para el comienzo de la anatexis en gneises son idénticas a las del comienzo de fusión en el sistema Q-Ab-Or-H₂O. la curva 1 de la fig. III.1. (Ashworth, 1985; Winkler, 1976; Von Platen, 1965; Tuttle y Bowen, 1958).

La cantidad de agua necesaria para saturar un fundido es tanto más elevada cuanto más alta es la presión, es a presiones altas donde hay más probabilidades de que la cantidad de agua presente sea inadecuada para la fusión máxima. Para saturar un fundido granítico es preciso, aproximadamente, un 8% en peso de agua a 3 Kb, 12% a 5 Kb y 20% a 9 Kb. (Tuttle y Bowen, 1958).

El comienzo de fundido de un « granito mínimo » tiene lugar a 4 kb y 655°C, fundiendo completamente a una temperatura algo más alta si se dispone de un 10% aproximadamente de peso de agua. Sin embargo, si sólo hay un 2% de agua se necesita una temperatura de 870°C para la fusión total y de 780°C para un 4% de agua. Fig. III.1 (Tuttle y Bowen, 1958; Ashworth, 1985; (curva del 2% de agua); Winkler, 1976, (curva del 4% de agua estimada)).

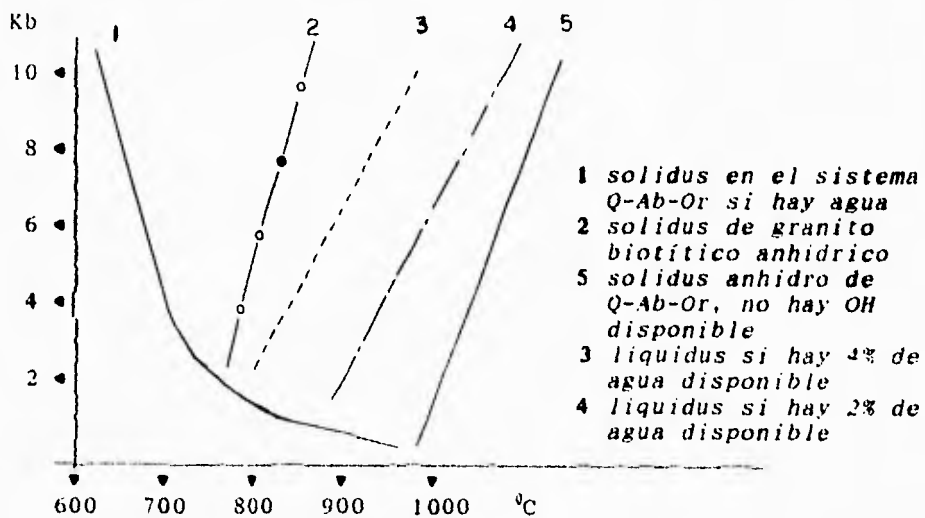


Figura III.1. Varias relaciones liquidus y solidus en rocas graníticas

Dado el breve resumen sobre la conceptualización de lo referente a migmatitas y anatexis, a continuación la describen las unidades metamórficas pertenecientes a nuestra sección.

La secuencia se dividió en 6 unidades, tomando en cuenta las características litológicas, mineralógicas y las estructuras a las cuales pertenecen las migmatitas. Las cuales son:

1) UNIDAD POCHUTLA:

Localizada en el poblado de San Pedro Pochutla, esta caracterizada por un intrusivo granítico, que aflora desde el inicio del poblado hacia el Norte y se encuentra cubierto en su mayor parte por la zona urbana del mismo. La textura típica es granítica (holo, lepedo, equigranular). La mineralogía que presenta es cuarzo, feldespatos con biotita concentrada en zonas; la roca es muy deleznable, debido a que se encuentra muy intemperizada.

Esta unidad presenta intercalaciones de lentes y bandas de un gneis cuarzo-feldespático de biotita de textura granoblástica, el cual está afectado por un fracturamiento intenso predominante SW 75°, esta roca también es muy deleznable.

Debido a que no fué posible la recolección de muestras de esta unidad por el estado en que se encuentran, no se pudo profundizar en cuanto a su petrografía a nivel microscópico.

11) UNIDAD DOS:

La litología perteneciente a esta unidad corresponde a una secuencia de migmatitas, estas rocas están menos intemperizadas que las de la anterior unidad, debido a que afloran a lo largo del corte de la carretera Pochutla - Puerto Angel.

Estas migmatitas presentan principalmente una estructura estromática, aún cuando en ocasiones la estructura se vuelve agmática.

El leucosoma predominante (muestras D1, D1A, D2; obtenidas en el corte de la carretera y posteriores al inicio del cruce) están formadas por un granito de hornblenda. Esta roca tiene una textura granoblástica heterogranular con foliación incipiente; donde sus minerales claros: cuarzo-feld K, predominantes tienen forma de subhedrales a anhedrales, la ortoclasa se encuentra sericitizada y fracturada; la plagioclasa tiene extinción ondulante y maclas polisintéticas deformadas; en parte de la roca se presenta un intercrecimiento mirmequítico entre cuarzo y feldespatos. Los minerales oscuros son: hornblenda, esfena y biotita, los cuáles se encuentran en un 20% de la roca; intercrecidos con los minerales claros o incluidos en ellos; la esfena se observa en cristales de forma euhedral a redondeados, intercalados con anfíbol o incluidos en el feldespatos; la hornblenda de forma subhedral; la biotita en forma de escamas intersticiales en cuarzo y feldespatos o incluida en las fracturas del feldespatos; se presentan en trazas los minerales opacos; apatito y zircon redondeados en su mayoría e incluidos en cuarzo y feldespatos; minerales secundarios como la zeolita en forma de vetillas.

Otra litología que se considera como leucosoma es un gneis de biotita, que presenta textura granoblástica heterogranular; esta roca está formada principalmente por grandes cristales de cuarzo y feldespato, en intercrecimiento mirmequítico similar al del leucosoma anterior. Contiene biotita y muscovita diseminadas que presentan de euhedrales a subhedrales. La biotita además forma vetillas entre cuarzo y feldespato y en formas transversales unas con otras; la muscovita generalmente está intercrecida con la biotita o hacia sus bordes; como accesorio se tiene la esfena la cual presenta las mismas características texturales que en el granito de hornblenda.

En todo el leucosoma se encuentran segregaciones de cuarzo, la foliación de los gneises, llega a tener un espesor de hasta 4 cm.

La foliación predominante de la secuencia va de N74⁰E, 21⁰ SE a N42⁰E, 24⁰SE.

Dentro de lo correspondiente al melanosoma de esta unidad (muestras D2A, D2B, D3, D3', D3A; ubicadas también en el corte de la carretera, de las cuáles se realizaron 7 estudios petrográficos). Sobresale una banda en la que se diferenciaron 3 zonas:

La primera roca presenta 3 franjas correspondientes a minerales diferentes entre ella y también a 3 texturas diferentes:

- a) superior (con respecto a su ubicación en el afloramiento).- cuarzo-feldespática, correspondiente a un leucosoma, con textura granoblástica heterogranular con características similares al cuarzo y feldespato del leucosoma anterior, sin existencia de ortoclasa sino con la presencia de plagioclasas; conteniendo esfena de forma euhedral a

redondeada; y escasa epidota.

b) intermedia.- formada por epidota principalmente, con textura lepidoblástica heterogranular; la forma de la epidota va de subhedral a redondeada, también se presentan andesina y cuarzo (con características igual a los minerales claros del leucosoma) y algunos accesorios dentro de los minerales claros.

c) inferior.- predominancia de granate (almandino) con textura granoporfidoblástica; la forma del granate va de subhedral a redondeada, muy fracturado; también contiene epidota y cuarzo.

La foliación de la banda es de S60°E. 35°SW.

Las rocas anteriores forman, microscópicamente un mosaico de cristales orientados de tamaño pequeño con algunos fenoblastos y tiene intercrecimientos mirmequíticos de cuarzo y feldespato.

También como melanosoma se considera a unas anfibolitas, las cuales son relativamente escasas, estas rocas presentan una textura lepidoblástica y una mineralogía melanocrática predominante (60%): Hornblenda, de forma subhedral, formando mosaicos lepidoblásticos en la roca e intercalada con biotita, clinopiroxeno, cuarzo y feldespato; el clinopiroxeno es subhedral, alargado en el sentido de la foliación (marcada por los anfiboles y micas); la biotita de forma tabular es generalmente como borde del anfíbol y diseminada en la roca; la parte leucocrática está compuesta por cuarzo, feldespato K y plagioclasa con extinción ondulante, la forma de estos minerales va de subhedral a anhedral.

En contacto con la anfibolita, se encuentra ocasionalmente una calcilicatita, la cual megascópicamente es masiva, con textura

granoblástica heterogranular y zonas bien definidas de cuarzo - feldespato, escapolita, epidota y granate. Al microscópio las 3 zonas no están bien definidas, con la siguiente mineralogía: 1^o escapolita de forma subhedral con bordes de reacción en su contacto con el granate, la calcita y la augita; La augita de forma tabular a subhedral, fracturada con fragmentos de calcita dentro de ella; la calcita de forma euhedral a anhedral, rellena las fracturas; el granate está muy sano y se encuentra en forma masiva en contacto con los demás minerales; la epidota es de forma anhedral y siempre junto al granate; apatitos y zircones como accesorios dentro de la calcita.

Esta roca no es muy distinguible en campo por estar cubierta generalmente de caliche, el cual es abundante en esta zona, debido a la presencia de los mármoles.

Los mármoles de esta sección son discontinuos con respecto a las unidades adyacentes.

El mármol se observa como una delgada capa con un espesor aproximado de 20 cm; este mármol es de olivino y tiene una textura granoblástica heterogranular; su mineralogía es la siguiente: Un mosaico de calcita de anhedral a subhedral, la cuál presenta huellas de presión y maclas, con olivino y clinopiroxeno diseminados; el olivino de forma redondeada, se presenta muy fracturado y estas fracturas se rellenan de calcita; los clinopiroxenos están redondeados y fracturados.

Junto al mármol se encuentra la anfibolita con la misma textura, con algunos cuerpos esquistosos y gnéisicos; la hornblenda en este caso tiene formas subhedrales y se encuentra intercalada con cuarzo, feldespatos y esfena (forma de euhedral a redondeada);

el feldespatos presente es únicamente andesina.

Esta secuencia presenta vetas de pegmatita con segregaciones de cuarzo dispuestos en forma paralela a la foliación; en partes predomina el cuarzo sobre el feldespatos en las capas de pegmatita, y en lugares a la inversa.

Toda la unidad se presenta muy fracturada, predominando un sistema SW 75°.

La foliación del melanosoma en general, es de S60°E, 35°SE.

Hacia la base, la secuencia se hace más calcárea, cambiando completamente a un mármol.

III) UNIDAD ZAPOTAL:

Constituida por una secuencia calcárea en la que se diferencian dos tipos de mármol (muestras D4, D4B, D4C): clz + dol y clz + ol.

La orientación del cuerpo de mármol de calcita y dolomita es E - W en la localidad el Zapotal.

Primeramente se encuentra un mármol muy puro de calcita con textura granoblástica heterogranular; con calcita (85%) de forma subhedral y con sombras de presión y maclas; existe cuarzo secundario (en vetas o por segregación); la augita tiene forma subhedral con extinción ondulante e intercalada entre la calcita; los minerales opacos parecen tener residuos de olivino; la flogopita es de forma fibrosa y se encuentra en los bordes de calcita; también se presenta grafito diseminado.

El contacto de esta unidad con la anterior no es visible ya sea por la abundancia de vegetación y suelo, o por la existencia de capas de caliche.

La unidad se encuentra en bandas y estratos plegados, algunos de los cuales son casi horizontales, otros con dirección S30°E. 26° SW. Los espesores de estos estratos llegan hasta los 25 cm.

El segundo tipo de mármol que presenta la secuencia es un mármol de olivino con una textura granoblástica heterogranular; la calcita (50%) también tiene sombras de presión y maclas, el olivino presenta bordes de reacción con serpentina; la flogopita es de forma fibrosa a tabular, se encuentra en los contornos de cristales de calcita; clorita con cristales euhedrales y maclados, en forma diseminada en la roca; los ferromagnesianos son muy abundantes a diferencia del mármol anterior y con predominancia en gran cantidad dentro de esta roca: Serpentina (33%) como pseudomorfo de cristales redondeados de olivino o piroxeno, en forma anhedral con bordes de reacción con la calcita, con huecos y fracturas rellenas de calcita; ortopiroxeno (7%) es de forma subhedral intercalado entre calcita y en sus bordes presenta minerales opacos.

La unidad está intercalada con otras migmatitas (gneis y anfibolita) y lo más curioso es que el cerro del lado derecho hacia Puerto Angel es mármol puro, y el cerro del lado izquierdo es mármol de olivino intercalado con gneis y anfibolita. (la referencia es la carretera).

IV) UNIDAD EL COLORADO:

La secuencia El Colorado está formada por migmatitas constituidas de esquistos y gneises intercalados, que en su mayoría están intrusionados por pegmatita. (muestras D5, D6, D6B).

La estructura de esta unidad es estromática principalmente y en algunas ocasiones agmática y flebítica.

La pegmatita presenta una textura granoblástica heterogranular a granolepidoblástica, constituida por un mosaico de cristales grandes de cuarzo y feldespato, formando la base de la roca y con cierta orientación; el cuarzo se presenta principalmente anhedral, se considera primario, pero también lo hay secundario (en vetas o segregación); se aprecia además en intercrecimientos mirmequíticos; la ortoclasa de forma subhedral a anhedral llega a presentar textura perfitica y sericitización; la albita - oligoclasa es similar a la ortoclasa; la muscovita está intercalada en los cristales de cuarzo y feldespato, fibrosa y tabular, marcando cierta orientación en la roca, se presenta en fracturas o dentro del feldespato K; el almandino (5%) de forma subhedral a redondeada se encuentra en contacto con cristales de cuarzo o feldespato, se aprecia poco fracturado; el apatito y el zircón euhedrales, incluidos en cuarzo o feldespato.

Esta roca se encuentra intercalada, formando segregaciones o vetas discordantes dentro de los gneises y esquistos.

La foliación predominante de la secuencia es N42°W, 44°NE.

Saliendo de Colorado Cebeta (escuela) nos encontramos con un esquisto de biotita, cuarzo-feldespático, que parece ser milonitizado: ya al microscopio esta roca tiene una textura

lepidoblástica heterogranular y con la siguiente mineralogía: oligoclasa - andesina de forma anhedral a subhedral, intercalada con la mica, parece ser que esto llega a provocar la deformación (flexibilidad) de la mica, está deformada y sericitizada; el cuarzo es de forma subhedral a redondeada, diseminado en toda la lámina; la muscovita (escasa) es fibrosa y siempre entre biotitas y cuarzo; la biotita en forma fibrosa, en vetas entre el material cuarzo - feldespático con un color rojizo tenue pero visible; apatito euhedral incluido en cuarzo y feld.; zircón redondeado, incluido en biotita.

Esta milonitización tiene en campo una lineación N75°E incl. 24°, con techo de los ojos al NE.

La foliación predominante de la roca es N45°W, 20°NE.

Metros adelante el esquistos se encuentra en forma de bandas o en pequeñas cuñas.

Al salir del poblado (100 m), correspondiente a ésta unidad, aflora un gneis de biotita y muscovita con textura blastomilonítica; donde la oligoclasa es de extinción ondulante, de forma subhedral a redondeada y marcada por la foliación predominante de las micas, de grano tanto fino como grueso, con sericitización; el cuarzo de forma subhedral a redondeada, en general de grano muy fino; formando interrecimientos mirmequíticos con el feldespato; presenta minerales opacos, menores a 1%; muscovita (8%) fibrosa y tabular, sigue la foliación; biotita (17%) con color rojo fuerte; lo cual indica su alta temperatura de formación; apatito y zircon, subhedrales e incluidos en cuarzo.

En esta unidad ocurre la desaparición de la epidota y prácticamente también de esfena. Mientras existe un predominio del

melanosoma sobre el leucosoma.

Corresponde toda la unidad a una zona milonítica; la textura de la roca se ve bien marcada por milonitización tanto en su foliación como en el tamaño y lineación de los cristales.

V) UNIDAD ARROYO LA CRUZ:

Migmatita con estructura estromática en la mayoría de la zona y sólo en partes su estructura corresponde a agmática y/o flebitica.

En general la unidad se caracteriza por ser una zona de menor migmatización que las anteriores y posteriores, esto debido a la relación que guardan entre sí el leuco y melanosoma.

También se caracteriza por la presencia de pertita (textura gráfica de los feldespatos) en la mayoría de las rocas pertenecientes a la unidad; las pertitas se encuentran en cristales grandes principalmente, conteniendo en su interior cuerpos cúbicos, rectangulares o similares a ellos, con cierta orientación con respecto a el cristal (paralelos a la macla), notándose perfectamente tanto con luz paralela como con nicoles cruzados (microscopio).

A esta unidad corresponden las muestras: D7, D8, D8B, D9, D10, D11.

El melanosoma de la migmatita está formado por anfibolitas con vetas de pegmatita (leucosoma).

La textura de la roca (anfibolita), después de salir de la unidad anterior, es nematoblástica isogranular, no presenta

foliación, con gran cantidad de plagioclasas (40%) de forma subhedral a redondeada, con algunas de extinción ondulante. Cuarzo (8%) de forma subhedral, entre plagioclasa y hornblenda; la biotita (10%) tabular y fibrosa, junto a cuarzo y hornblenda, sin orientación, en escamas o intersticial en la hornblenda; la hornblenda (35%) de forma subhedral, tabular, en contacto con biotita, cuarzo y plagioclasa.

El leucosoma presenta una textura granoblástica heterogranular, sin foliación, con predominancia de cuarzo y feldespato; el cuarzo (35%) subhedral e intercalado con plagioclasas y también contenido en granate; Oligoclasa-Andesina, presenta pertita con cristales grandes y algunos pequeños; biotita tabular y de color más rojizo que las anteriores, dispuesta también entre el cuarzo o feldespato y rellenando fracturas de granate; la muscovita es secundaria pues se presenta como alteración de los feldespatos, fibrosa, intercalada con cuarzo, feldespato, e incluida en granate; el almandino se encuentra en forma redondeada, entre cuarzo y feldespato, muy fracturado, siendo rellenado por los minerales anteriores (carácter poikilítico); la clorita, es secundaria, debido a que reemplaza al granate en forma de vetillas sin disposición preferencial.

La foliación de la roca va de $S14^{\circ}E, 40^{\circ}SW$ a $N25^{\circ}W, 41^{\circ}NE$.

Pasando Arroyo Cruz, el leucosoma corresponde a una pegmatita, la cual contiene una gran cantidad de granate rosa (almandino muy fracturado) intercalándose esta pegmatita con melanosoma (esquisto y gneis de biotita y anfibolita).

El esquisto de biotita tiene una textura lepidoblástica; constituida por pertita (30%), biotita (40%), muscovita (5%),

almandino (5%): con pocos minerales opacos; las características de los minerales son similares a las de las anteriores descripciones de rocas pertenecientes a la unidad.

La foliación de la roca va de N80⁰E, 23⁰SE a N53⁰E, 32⁰SE.

Junto a este esquisto existe una pegmatita, también con características similares a las rocas leucocráticas anteriores, pero con la diferencia de que en ella se realizaron estudios de Difracción de Rayos X, para determinar si existía o no cordierita, el resultado fué negativo.

La unidad se encuentra en capas o bandas principalmente aún cuando en ocasiones se presenta como brecha, en contactos rígidos entre las rocas leucocráticas y melanocráticas.

Con respecto a la existencia del granate, en su mayoría es más abundante en el leucosoma, la descripción más generalizada sobre el granate se encuentra en el apéndice petrográfico.

VI) UNIDAD PUERTO ANGEL:

Al salir de Arroyo La Cruz rumbo a Puerto Angel se encuentran aflorando una secuencia de migmatitas afectadas por intrusivos postectónicos.

La estructura migmatítica en ésta unidad es agmática en gran parte (quizá podría decirse que un 50%) y el restante estromática y flebítica.

Muestras: D11B, D12B, D13, D13A, D14(L), D14(T), D14B, D19, D15, D151, D15C(T), D15C(L), D16(T), D16A(T), D16B(T).

El leucosoma corresponde a un sill granítico, aún cuando al microscópio éste sill resulta ser un gneis milonitizado o un granito deformado, con textura Rapakivi, presenta cierta cataclasis; los minerales componentes son: cuarzo en forma subhedral en contacto con feldespato; intercrecimiento mirmequítico; ortoclasa en forma euhedral a subhedral, deformada, muy sericitizada, y en pertitas; al igual se encuentran las plagioclasas; biotita de subhedral a redondeada, con color rojo fuerte, rodea al cuarzo, feldespato, o dentro de ellos; muscovita con arreglos texturales semejantes a las de la biotita y también como producto de sericitización de feldespato; presenta además apatito en cristales anhedrales incluidos en cuarzo y feldespato. El contenido de muscovita nos permite clasificar a esta roca como *Granitos S.*

Cabe señalar que la pertita es de menor cantidad que las que encontramos en la unidad anterior, y conforme se avanza hacia la base de la sección, va desaparece paulatinamente.

Antes de la desviación a Playa La Mina aflora la roca leucocrática ahora de biotita roja y pertita similar a la del anterior leucosoma, la textura es holocristalina hipidiomórfica equigranular, con abundante muscovita (13%).

Los diques siguen el sentido de la foliación, marcada por los esquistos, con un espesor aproximado de 5 cm, formando lentes en el contacto con el melanosoma. La foliación de la roca va de N20°W, 41°NE a N78°W, 80°SE.

Dentro del melanosoma tenemos anfibolita en contacto con la pegmatita con textura nematoblástica, marcada por la mica y la hornblenda; mineralogía: oligoclasa - andesina de forma euhedral a subhedral sin existir la pertita; el cuarzo (10%) de forma subhedral a redondeado; intercrecimiento mirmequítico; biotita (8%) forma tabular y subhedral, en ocasiones rellena fracturas de plagioclasas; Hornblenda (60%) forma subhedral a redondeada con color verde y pardo.

Intercalaciones de leucosoma con el esquisto de biotita, antes de la desviación a Playa La Mina, de textura porfidoblástica; biotita de forma tabular y subhedral intercalada con minerales de cuarzo y feldespato; está interestratificada con la biotita marrón o posible transformación a vermiculita, hay granos de cuarzo y feldespato dentro de ella; la plagioclasa es de extinción ondulante con pertita; al igual que la ortoclasa; el cuarzo es completamente anhedral; el apatito es subhedral a redondeado incluido dentro de cuarzo y el zircón subhedral dentro de biotita.

Camino a Playa La Mina, de la desviación hacia adelante, existe alternancia de anfibolita (en forma de lentes en la mayoría de los casos) y esquistos, con poca pegmatita en vetas y menos gneis; con una foliación de la roca de $N82^{\circ}W, 65^{\circ}SE$ a $N13^{\circ}W, 19^{\circ}NE$.

Los cuerpos intrusivos posttectónicos, corresponden a granitos tipo S, con una mineralogía igual a la correspondiente a los sill del leucosoma de ésta unidad, únicamente cambiando en cuanto al porcentaje de los minerales. Estas rocas tienen una textura holocristalina; con foliación marcada; con la siguiente mineralogía: ortoclasa (10%), de forma subhedral - anhedral, con alteración a sericitita; la plagioclasa zonada, con características

similares a las de la ortoclasa; sin existir la perlitita; cuarzo (55%), subhedral a redondeado; muscovita (7%), fibroso y tabular dentro del cuarzo y feldespato o en su lugar bordeandolos; biotita (8%), similar a la muscovita, no incluido en cuarzo y feldespato; apatito euhedral, alargados, incluido en cuarzo.

Ya en la playa se ven intercalaciones de la migmatita con el intrusivo; existen xenolitos en el mismo, estos xenolitos son parte de la migmatita .

En Puerto Angel se encuentran xenolitos similares al anterior y la predominancia del melanosoma sobre el leucosoma. Rumbo S65°E, 28°NW. El melanosoma esta formado por mica, cuarzo y feldespato principalmente y el leucosoma por cuarzo y feldespato; se tiene una predominancia pelítica.

En el andador de Puerto Angel a Playa el Panteón, existen anfibolitas (en lentes) y gneises, con gran cantidad de pegmatitas en forma de vetas. Con una foliación de N30°W, 10°NE. Existe la intercalación del gneis cuarzo - feldespático que "atrapa" lentes de anfibolita, la cual contiene pequeños cristales de epidota, intrusionados por dique granítico (sin afectar en lo más mínimo a la migmatita). Este intrusivo presenta muscovita y biotita roja. (Granito S).

La estructura de encuentra en bandas y lentes, con la presencia de intrusivos posttectónicos (Granitos S), los cuáles se encuentran en pleno contacto con la migmatita, pero sin alteración de la misma.

Esta franja de roca granítica se extiende, desde esta zona hasta Playa La Mina, formando una amplia franja del intrusivo posttectónico en la sección.



Al salir de Puerto Angel, arriba del andador, rumbo a Zipolite la migmatita tiene las siguientes características:

La estructura es estromática, aunque localmente es agmática y flebítica.

En este lugar la unidad se encuentra con gran cantidad de intrusivos intercalados con anfibolita, la cuál tiene textura nematoblástica, bien foliada; cuarzo de forma tabular, a anhedral, en su mayor parte está fracturado; la plagioclasa de forma subhedral a redondeada intercalada con hornblenda biotita y cuarzo, de extinción ondulante; mineral opaco en forma de cubo o rectángulo dentro del cuarzo; biotita tabular, fibrosa, bien foliada entre los demás minerales; hornblenda tabular a subhedral con foliación (posiblemente marcada por la biotita); apatito anhedral en cuarzo, muy abundante.

El leucosoma corresponde con un granito que presenta textura mirmequítica, con cuarzo anhedral y tabular; gran parte con intercrecimiento mirmequítico muy abundante; los demás minerales son similares a la anterior roca.

En esta parte los intrusivos tienen un espesor que varía de 10 cm hasta 3m con poca muscovita por lo cual se consideran Granito S, los cuales generalmente están muy fracturados. La secuencia tiene una foliación predominante en la roca de N16⁰W, 35⁰NE a N 31⁰W, 42⁰NE.

La roca perteneciente al leucosoma, presenta cristales que en su mayoría se encuentran triturados entre algunos cristales de mucho mayor tamaño, con textura milonítica ocelar (augen - gneis); la muscovita y biotita se encuentran en forma fibrosa y fluida (vetas); el ortoanfibol, tabular entre cuarzo; cuarzo de forma anhedral y pequeños principalmente, con cierta fluidez; ortoclasa en forma tabular con recristalización; intercrecimiento mirmequítico escaso; plagioclasa tabular de extinción ondulante, sericitizada; apatito anhedral incluido en cuarzo.

Esta misma roca vuelve a presentarse solo que con un cambio en el porcentaje de la matriz, con poca orientación de las micas y con textura blastomilonítica.

Los esquistos presentan una textura lepidoblástica con cuarzo en forma anhedral y en vetas; andesina, con extinción ondulante, subhedral, con inclusiones de vetas de cuarzo; biotita tabular, sin foliación, roja, en los bordes de cuarzo y feldespato; zircón subhedral a redondeado, incluido en cuarzo y feldespato, parece tener lineación; apatito, euhedral, incluido en cuarzo y hornblenda; hornblenda subhedral, con inclusiones de apatito.

Ya en la Playa se encuentra una anfibolita con textura porfidoblástica; cuarzo anhedral, siguiendo la foliación; plagioclasas con extinción ondulante entre granate y hornblenda; mineral opaco distribuido en toda la lámina; biotita en escamas, roja, junto a la hornblenda, relleno de fracturas, foliadas; hornblenda fibrosa y tabular con mucha alteración, relleno de huecos de granate; granate redondeado, de gran tamaño hasta 5 cm, fracturado y con inclusiones de los otros minerales que le imprimen un carácter poikilístico.

Presenta una foliación cambiante de $N36^{\circ}W$, $54^{\circ}NW$ hasta $N86^{\circ}W$, $10^{\circ}NE$.

Al extremo SW de la Playa Zipolite se tomaron otros datos en la anfibolita: $N03^{\circ}E$, $40^{\circ}NE$ a $N48^{\circ}W$, $46^{\circ}NE$.



UNIDAD IV

DISCUSION

El área de estudio corresponde a una zona de migmatitas, dentro de la cuál existen una gran variedad de tipos de rocas en lentes y capas con una compleja geometría e interrelación de los mismos.

Estas rocas presentan estructuras de diferentes tipos: estromática, agmática y flevítica; la composición mineralógica es variable tanto en componentes mayores como en componentes menores, lo cuál se anota en el apéndice referente a los estudios petrográficos.

Las rocas de las cuales se derivaron estas migmatitas corresponden a rocas pelíticas, calcáreas y básicas; las cuales fueron determinadas con base en sus clases químicas.

Los protolitos, que corresponden a estas rocas son:

- a) para la pelítica → una *lutita*.
- b) para la calcárea → una *caliza*.
- c) para la básica → un *basalto o grauwaca*.

FACIES METAMORFICAS:

Las paragénesis típicas pertenecientes a las rocas del área son:

Para rocas pelíticas:

qz ± ort ± plag ± alm ± biotita ± musc ± horn ± epidota ± min.
op.; esfena ± apatito ± zircón como accesorios.

Para rocas básicas:

qz + horn + plag ± biot ± granate ± min. op.: esfena ± apatito
± zircón, (accesorios).

Para rocas calcáreas:

calcita ± forsterita ± flogopita ± clpx ± min. opaco; grafito
como accesorio.

escap ± epidota ± gr ± clpx ± calcita; zircón y apatito como
accesorios.

En la zona se encuentran intrusivos formales, pertenecientes
al leucosoma con la siguiente paragénesis:

qz - ort - plag - gr - biot - musc; apatito y zircón como
accesorios.

Lo cual nos indica el carácter metamórfico de los *granitos S* que tienen los intrusivos.

Por lo tanto para las rocas pelíticas, básicas, así como para intrusivos, las facies que les corresponden son **facies de ANFIBOLITA**. Esto es tomando en cuenta a las facies según Turner (1980). La paragénesis característica que define esta facies es: horn - plag (An > 20).

Y para el mismo autor las rocas calcáreas con las anteriores paragénesis corresponden a **facies de GRANULITA**. La paragénesis característica es: calcita - diopsida - forsterita (escapolita y corundo).

Tomando a Miyashiro (1973),

a) Para las rocas pelíticas son:

En el inicio de la Unidad 2 **facies de EPIDOTA - ANFIBOLITA**; en la parte central y final de la misma unidad corresponde a **facies de ANFIBOLITA**; así como también las demás unidades de origen pelítico. Las paragénesis características son, para este autor: epidota-anfibolita: qz - plag - biot - musc - parag - clorita

b) Para las rocas básicas son:

En su totalidad pertenecientes a las **facies de ANFIBOLITA**.
plag - horn

c) Para las rocas calcáreas son

Al igual que Turner, pertenecientes a las **facies de GRANULITA**.
cal - gross

Tomando a Passchier et al., (1990) refiere que en las calsilicatitas, la existencia de forsterita, escapolita, diopsida y grosularita indican alto grado de metamorfismo, correspondiente a las facies de GRANULITA.

A continuación se presenta una tabla con la semejanzas y diferencias existentes entre la localidad tipo del Complejo Xolapa y la sección Pochutla - Puerto Angel.



D. Cserna '65
 SECCION CHILPANCINGO
 ACAPULCO

Tesis
 SECCION POCHUTLA -
 PUERTO ANGEL

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| TIPO DE ROCA | esquisto, gneis, migmatitas, mármol cipolino, cuerpos intrusivos y raras anfibolitas. | migmatita: a) leucosoma: granitoides, gneis, pegmatitas. b) melanosoma: esquisto, anfibolita, mármol y calcilicatita. |
| FACIES | esquisto verde epidota-anfibolita | epidota-anfibolita anfibolita |
| EDAD | paleozóico | cretácico temprano (Tolson et al., '93) |
| PROTOLITO | roca pelítica algo calcárea | roca pelítica y básica algo calcárea |
| PARAGENESIS PELITICA | qz-biot-mic-olig-mag; zir(acc) | qz-ort-plg-alm-biot-musc-horn-ep-min op; esf-ap-zir (acc) |
| COLOR DE LA BIOTITA | café | café a roja |
| TEXTURA DE ROCA PELITICA | lepidoblástica | lepidoblástica |
| AUMENTO EN EL GRADO DE METAMORFISMO | de norte a sur | de norte a sur |
| CUERPOS LENTICULARES EN GNEIS, DE: | sillimanita, cordierita, corundo | no |
| PEGMATITA DEFORMADAS Y NO DEF. | si | si |
| MILONITAS | si | si |

| | | |
|---------------------|--|---|
| ROCAS INTRUSIVAS | En contacto con Complejo Xolapa. textura hipidiomórfica con olig., ort., qz. perfitita, biotita, horn., esfena, apatito y zircón. (Tronco Acapulco) Rocas que van de granito a monzonitas cuarcíferas. | Se extiende desde Puerto Vallarta hasta la parte final del Complejo Xolapa (Negendank et al., '87) textura hipidiomórfica. con qz-ort-olig-and-musc- biot-apatito-clorita (Granito Puerto Angel). El granito Pochutla tiene diferentes composiciones: Desde granito hasta monzonitas.* |
| FOLIACION | En esquistos E - W En gnejs NE - SW | N20W, 40NE |

Tabla IV.1.- Diferencias y semejanzas existentes entre la localidad tipo del complejo xolapa y la sección perteneciente a esta tesis.

* Datos proporcionados por Darío y Zulema (trabajo en preparación).

Las rocas fueron sometidas a eventos tectónicos, que modificaron temperaturas, presiones y fases fluidas para dar lugar a la *anatexis* regional permitiendo el metamorfismo y la deformación de las rocas originales.

Posteriores a estos eventos, se generaron otros que dieron lugar a intrusiones, los cuales tienen la siguiente paragénesis:

qz - ort - plag - musc - biot con apatito (accesorio)

En partes, estos intrusivos que afloran en gran cantidad desde Playa El Panteón hasta Playa La Mina formando un dique de gran espesor de hasta 8m, llegan a absorber parte de las rocas metamórficas, dando lugar a xenolitos con bordes de reacción entre los materiales, y en algunas partes ni siquiera tienen bordes de reacción en el contacto de los materiales intrusivos y metamórficos.

Estos intrusivos postmetamórficos también se presentan en lo que corresponde a la ciudad de San Pedro Pochutla, el cuál se encuentra muy intemperizado en las partes donde la zona urbana no se ha extendido sobre el mismo, aunque en este no se aprecia muscovita.

En estas mismas rocas graníticas es donde se presentaron las zonas de cizalla (*milonita*), muestra D15C(T) y D15C(L) (en la salida de Puerto Angel rumbo a Zipolite, antes de llegar a la desviación para la Universidad del Mar) no visible la milonita en campo, la textura sólo se aprecia al microscopio. También otra parte donde se presenta una textura cataclástica es la correspondiente a la

muestra D11B(T) (a la salida de Arroyo La Cruz), sólo identificada en el microscópio, al igual que la muestra DISC(T) ubicada cerca de la Universidad del Mar; y otro lugar ubicado en la zona con cataclasis visible en campo, fué la ubicada a la salida de Colorado CEBETA. Por lo cuál se considera que las partes milonitizadas son de espesores muy pequeños.

Con respecto a los mármoles y calsilicatita correspondientes a las facies de granulita en el Complejo Oaxaqueño, Ortega-Gutiérrez (1977) dice: "...Estas rocas fueron durante cierta época de su historia geológica *magma de composición carbonatada* es decir **carbonatitas** en el sentido amplio de la palabra... Pueden originarse por anatexis parcial o total de carbonatos sedimentarios a niveles profundos en la Corteza Terrestre." "Las carbonatitas clásicas del Africa, donde se conocen cientos de intrusiones en forma de diques y pequeños troncos, son demostrablemente magmáticas (Carmichael et al., 1974), la mayoría de estas rocas son de edad mesozóica y se emplazan en cratones antiguos tectónicamente estables."

En cuanto a la formación del magma carbonatado, Wyllie y Tuttle (1960) demostraron en el sistema $\text{CaO} - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ que la calcita se funde a 700°C y a presiones comunes en la Corteza Terrestre.

En estas condiciones, dice Ortega-Gutiérrez op sit (1977), debiera esperarse que en los terrenos granulíticos los carbonatos más a menudo fueron movilizados anatexiticamente... Las calizas impuras pueden ser parcialmente fundidas durante un metamorfismo regional de alto grado.

Origen y evolución del terreno Xolapa en la región de Puerto Angel:

Con base en datos obtenidos petrográfica y geoquímicamente así como por medio de fechamientos, ya mencionados en el capítulo anterior, se han determinado hipótesis con respecto a la evolución de este Terreno Xolapa.

Dante Moran (1992) menciona 2 modelos alternativos para la evolución del terreno (fig. 11.5); «los cuales están relacionados a arcos volcánicos, estos permitieron la formación de anatexis y el emplazamiento sintectónico de los plutones tipo I, produciendo un rejuvenecimiento en la corteza o el adelgazamiento de la misma. Posterior a este emplazamiento se realizó el levantamiento del Terreno Xolapa dando como resultado la franja milonítica cercana al límite del mismo. Seguido de intrusiones de granito pegmatítico de las aplitas con intrusiones de diques félsicos y máficos; el enfriamiento de los plutones confirma una disminución sistemática de edades de enfriamiento por debajo de los $320 \pm 40^{\circ}\text{C}$ desde Acapulco (43 ± 1 m.a.) hasta Puerto Angel (10.8 ± 0.3 m.a.)(fig. 11.6), atribuido al desarrollo progresivo hacia el SE de la Trinchera de Acapulco. Los plutones del Cretácico Temprano indican un carácter calco-alcalino en arco magmático asociado a límite convergente de placas; donde estos arcos estuvieron contaminados de Corteza Terrestre pertenecientes a los Complejos Acatlán y Oaxaqueño.»

Los sedimentos de los Complejos Acatlán y Oaxaqueños que se asociaron al arco magmático, producto del desarrollo de la Trinchera de Acapulco, dió lugar a el ahora conocido Complejo Xolapa.

Una segunda hipótesis que puede ser aceptable para el origen y evolución de este terreno es la de *Subducción Intracontinental*, tomada de Passchier et al., (1990)(p. 121-122) que dice: "La actividad del manto (pluma) provoca una extensión continental y la formación de una cuenca. Sin embargo, los procesos extensivos no provocan una separación completa en el continente; en lugar de eso el frío de la Litósfera en la parte superior del manto es "delaminated" y las pilas provocan un acortamiento arriba en la corteza, al mismo tiempo que permiten el ascenso de flujo del manto caliente a la Astenósfera. (Kröner, 1983) Esto junto con el ensanchamiento tectónico de la corteza por la doble formación, pudiendo provocar metamorfismo de alto grado y causar el transporte de rocas supracorticales a gran profundidad."

Estos datos podrían permitir dar solución a el problema de las facies de granulita pertenecientes a los mármoles y calsilicatitas; considerando que es un terreno exhumado (recordar que en el último modelo existe doble Corteza Continental, y que dentro de esta pudieron existir materiales sedimentarios pertenecientes a los Complejos tanto Acatlán como Oaxaqueño, el cuál durante el levantamiento y erosión permitió que aflorasen porciones granulíticas (por anatexia calcárea) de la parte media y baja de la corteza inferior). (fig. IV.1).

Una tercera hipótesis es la discutida por Herrmann, et al., (1994) en la que se toma en cuenta un arco magmático a raíz del cual se genera el metamorfismo del Complejo Xolapa; el cual produce una deformación entre los 66 y 35 m.a. de tipo transtensional dando

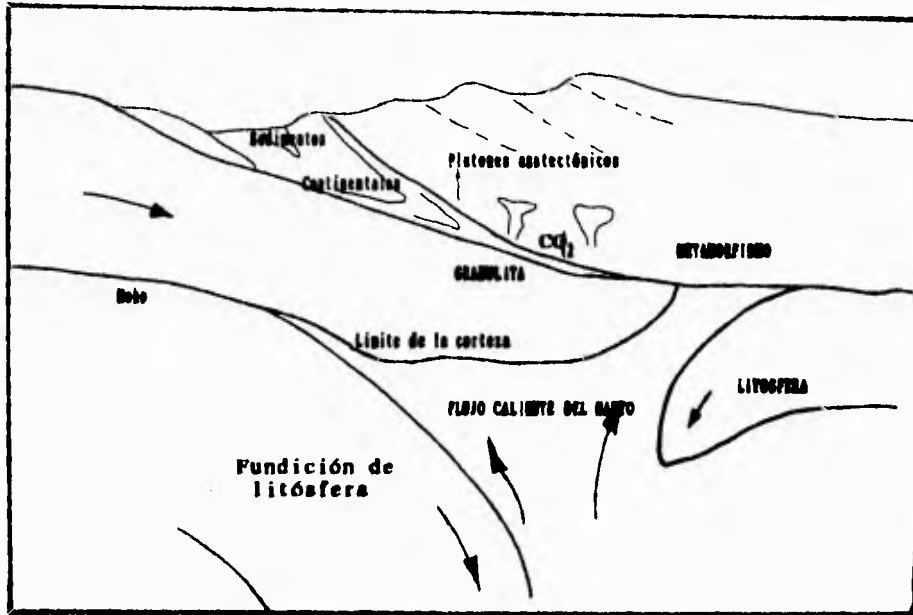


Fig. IV.1

En este modelo Passchier considera la combinación de varios eventos, en el cuál la actividad del manto forma un penacho al tocar la base de la corteza continental; permitiendo el ascenso de flujo caliente del manto. Esto junto con la complicada terminación tectónica de la corteza de doble formación, pudiendo probocar metamorfismo de alto grado y causar el transporte de rocas supracorticales de gran profundidad. Este modelo no requiere de una zona de subducción o procesos magmáticos relativos a la subducción. (Newton, 1987)

David Cardoza Masiel
 Tesis de Licenciatura
 1993

lugar a una extensión N-S en adición al torcimiento izquierdo. El cambio de fuerzas en los límites de placas inducidas por el cambio convergente en velocidad y dirección y el resultado de la translación al NE de la placa Caribe en el Cretácico Tardío permitió la extensión de la corteza en el complejo Xolapa, la extensión subhorizontal gana temperatura y una reducción en la presión por el volumen de roca, originando la baja corteza. Esta extensión fué la causante del metamorfismo y migmatización en el Complejo Xolapa entre los 66 y 46 m.a.. Adicionalmente el levantamiento diferencial del Xolapa respecto de la región interior probablemente movió el alto grado de las rocas metamórficas y migmatitas de la mitad hacia arriba del nivel de la corteza.

La subducción produjo plutonismo que comenzo a los 35 m.a. (ya había terminado la deformación) en el W del Complejo Xolapa con una reducción de temperatura que contrasta entre el magma y la corteza, debido a la extensión de la corteza térmica y fracturamiento de la parte alta de la corteza por fallamiento transicional inducido por la translación hacia el este de la placa Caribe que pudo contrubuir al enfriamiento del plutón (50-60° C/m.a.) con una especial concección entre las zonas de falla, los intrusivos y la actividad hidrotermal.

La interpretación con base en la evolución de la región Caribe:

El arco magnético fué localizado a lo largo de los bloques Guerrero, Xolapa y Chortis, del Jurásico al Terciario Temprano. Como el bloque Chortis se movió hacia el este, el arco progresivamente fué absorbiendo al interior de la posición presente

de la Faja Volcánica Mexicana. Este cambio fué inducido por el rompimiento del arco Sur de México - Caribe, durante el Jurásico al Cretácico.

La profundidad de la placa Farallón (70 - 40 m.a.) determinó el lugar del magmatismo durante el Cretácico Tardío y Terciario Temprano, cuando el bloque Chortis y el filo NW de la placa caribe estuvieron entre los complejos Guerrero, Xolapa y la trinchera, el hundimiento de la placa Farallón fué tal que el lugar del magmatismo estuvo entre los complejos Guerrero, Xolapa; fué tal que el lugar del magmatismo estuvo entre los bloques Chortis y Xolapa, como el bloque Chortis se movió hacia el este, la trinchera llegó a ser la margen del bloque Xolapa y el lugar del magmatismo cambio hacia adentro de la Faja Volcánica Mexicana. Así como el bloque Chortis se movió lateralmente con el tiempo terminó el magmatismo en el bloque Xolapa, migrando de W a E.

Hipótesis:

- 1) El inicio de la actividad magmática en la Faja Volcánica Mexicana fué primero en el W que en el E.
- 2) La actividad magmática en los bloques Chortis y Xolapa se traslaparon en el tiempo.
- 3) El bloque Chortis fué adyacente a los complejos Xolapa y Guerrero durante el Cretácico Tardío. En este caso la distancia trinchera-arco fué tal que el Complejo Xolapa estuvo junto del arco magmático en dirección a lo largo de la costa W de México (tierra firme), incluyendo la Sierra Madre Occidental y los complejos Guerrero, Xolapa y Chortis y continuando en las Grandes Antillas.
- 4) Una dirección similar W-E de la cristalización de edad plutónica

existe en el Terreno Guerrero, pero las edades son más antiguas que en el Terreno Xolapa. (Fig. IV.2a y IV.2b)

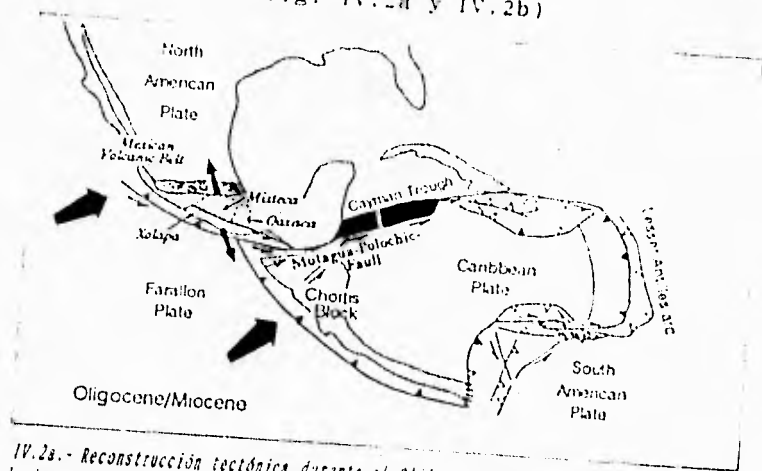


Fig. IV.2a.- Reconstrucción tectónica durante el Oligoceno Tardío - Mioceno Temprano, que ilustra el truncamiento de la margen continental del Sur de México y el movimiento hacia el este del bloque Chortis, a lo largo de la falla Motagua - Polochic. (Herrmann, et al., 1994).

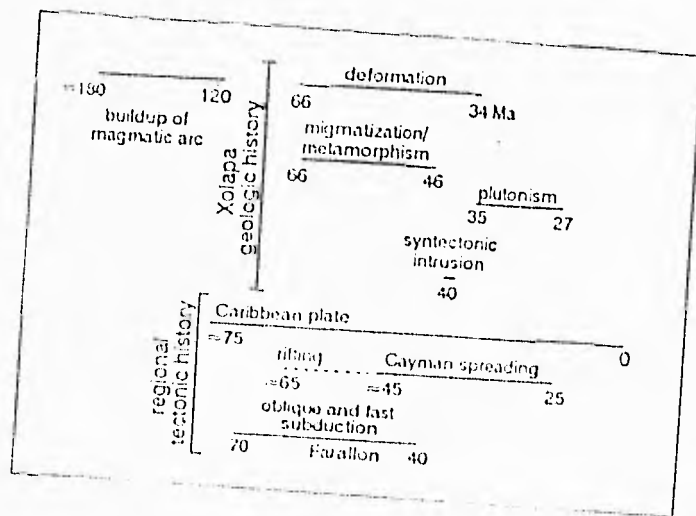


Fig. IV.2b.- Líneas representativas de la historia tectónica del Xolapa. (Herrmann et al., 1994)

APENDICE

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 1 (L)

UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco, de textura fanerítica correspondiente a un gneis de hornblenda y biotita con abundancia de cristales de cuarzo y feldespato.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular con foliación incipiente. Con cristales grandes de feldespato, mirmequita y cuarzo; con poca biotita y hornblenda, minerales accesorios como esfena, trazas de apatito y zircón.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|-----------------|----|---|
| Cuarzo | 30 | Anh intercalados con fel y en mirmequita |
| Plag. Ondulante | 25 | De euh a subhed, maclas polimórficas deformadas |
| Ortoclasa | 20 | De anh a subhed intercalados con qz. |
| Hornblenda | 10 | Subred entre qz y fel, de color claro |
| Esfena | 8 | De euh a red, intercalada con anf e inc en fel |
| Biotita | 6 | De finas escamas intersticiales en qz y fel |
| Min. opaco | 1 | Entre cuarzo y hornblenda |
| Apatito | T | De euh a red dentro de fel |
| Zircón | T | De subhed a red incluidos en qz y fel |
| Zeolitas | T | Vetillas formadas por cristales euh a subhed que cortan a los cristales leucocráticos |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Granito de hornblenda

La roca se encuentra en contacto con un melanosoma de esquisto de biotita y una pegmatita cuarzo feldespática.

La roca corresponde al leucosoma.

E S T U D I O P E T R O G R A F I C O

MUESTRA: D 1 A UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de textura fanerítica color blanco, constituida por cristales grandes de feldespatos y cuarzo, entre los cuales se encuentra biotita, la roca esta muy fracturada.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular con cristales grandes de feldespato sericitizados, con escasa mirmequita en cristales pequeños; la biotita se encuentra en las partes fracturadas de los cristales de feldespatos o bien en zonas de sericita; contiene además grandes cristales de esfena algunos de los cuales están fragmentados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|-----------------|----|---|
| Cuarzo | 41 | Junto a fel. y en intercrecimiento mirmequítico |
| Ortoclasa | 30 | Subhed. a red., sericitizados |
| Biotita | 15 | Euh a subhed en vetillas \pm qz y fel y transversales |
| Plag. ondulante | 5 | En maclas polisintéticas deformadas |
| Muscovita | 3 | Subhed intercrecida con biotita o en sus bordes |
| Efena | 3 | De euh a subhed de gran tamaño con bordes de opacos |
| Min. opaco | 3 | Anh entre qz, fel y esfena |
| Apatito | T | Dentro de qz y fel |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Unica de biotita

La roca corresponde al leucosama.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 2 A _____ UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de textura fanerítica, bandeada, constituida por tres tipos de bandas, la superior compuesta por cuarzo y feldespato en su mayor parte; la intermedia compuesta por epidota; y la inferior con granate.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca formada por 3 franjas: a) qz-feld., b) epidota, c) granate con poco qz, feld. y epidota. Forman un mosaico de cristales orientados de tamaño pequeño, prácticamente sin fenocristales, llegando a presentarse mirmequita.

La roca correspondiente a la primera franja tiene una textura granoblástica heterogranular.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Cuarzo | 60 | Anh, intercalados con fel |
| Plag. ond. | 30 | Anh, con macla polisintética deformada |
| Esfena | 8 | Euh a red entre cristales de qz y fel |
| Epidota | 2 | Subhed. entre qz y fel |
| Zircón | T | Red, incluido en cuarzo y feldespato |
| Apatito | T | Subhed incluido en cuarzo y fel |

La correspondiente a la segunda banda tiene una textura lepidoblástica heterogranular

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|----------|----|---|
| Epidota | 60 | Subhed, intercalada con qz y fel |
| Andesina | 25 | Anh, ÷ qz y epidota con maclas polisintéticas def |
| Cuarzo | 15 | Red. intercalado con epidota y pla |
| Apatito | T | Subhed. incluido en cuarzo y feldespatos |

La tercera y última banda de la roca tiene una textura granoporfiroblástica

III. MINERALOGIA:

| MINERAL. | % | CARACTERISTICAS |
|-----------------|----------|---|
| Almandino | 50 | Subhed a red muy fracturado |
| Cuarzo | 20 | Anh en bordes o inc en granate |
| Andesina | 15 | Anh inc en granate y con pocas maclas def |
| Ortoclasa | 5 | Anh incluido en granate |
| Epidota | 5 | Subhed ÷ cuarzo y feldespató |
| Esfena | 5 | Euh a red junto al granate, fracturada |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Oneis bandeado de epidota y granate

La roca corresponde a un leucosama.

Se presenta el carácter poikilitico del granate.

Nota: Esta roca se dividió en tres partes en el estudio petrográfico para tener un mejor detalle de textura y mineralogía de cada una de las bandas aún cuando corresponden a una sola roca.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 2 B UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática de textura foliada, deleznable, constituida por hornblenda y biotita y pocos minerales leucocráticos.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca con textura lepidobástica heterogranular con granos finos de biotita y hornblenda, orientados, entre los cuales se encuentran cristales de cuarzo y feldespato.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|---------------|----|--|
| Hornblenda | 25 | Distribuido entre clinopiroxenos, qz y fel |
| Cuarzo | 25 | De igual tamaño que los clpx y anf |
| Clinopiroxeno | 30 | Alargado, orientado + demás minerales |
| Biotita | 15 | Fibrosa, bordeando clpx y anf, + qz y fel |
| Olig-And | 10 | Subhed, + qz, clpx, mica y anf |
| Ortoclasa | 5 | Subhed, + qz, clpx, mica y anf |
| Apatito | T | Euh. incluido en cuarzo y feldespato |
| Zircón | T | Red. incluido en cuarzo y feldespato |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de biotita y hornblenda (Anfibolita)

La roca corresponde al melanosoma

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 3 (T) UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca color blanco de textura granoblástica, constituida por calcita y cristales de ferromagnesianos (probablemente olivino y/o piroxeno).

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Textura granoblástica heterogranular, con grandes cristales de calcita, olivino y clinopiroxenos, estos dos últimos se encuentran fracturados y no completos.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|---------------|----|---|
| Calcita | 70 | Subhed, con sombras de presión |
| Clinopiroxeno | 20 | Subhed. de diferentes tamaños |
| Olivino | 10 | Subhed. ÷ la calcita, fracturas rellenas de cal |
| Min. opaco | T | En bordes de olivino y clinopiroxeno. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Mármol con olivino

La roca se encuentra como un filón de 20 cm de espesor, dispuesto en forma concordante dentro del cuerpo de esquistos de biotita y hornblenda.

Corresponde a el melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 3' UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con textura fanerítica con 3 zonas bien definidas: La superior formada por un mosaico de escapolita, Otra formada por un mosaico de epidota, y la tercera por granate con algo de epidota.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular, formada por un mosaico de granate con una buena cantidad de epidota y escapolita, con calcita intersticial y clinopiroxenos.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|---------------|----|--|
| Almandino | 55 | En forma masiva, muy sano. |
| Epidota | 20 | Anh junto a granate en forma irregular |
| Clinopiroxeno | 10 | Euh en sección rectangular, junto a epidota y granate con inclusiones de calcita |
| Calcita | 8 | Anh en contacto con granate o dentro de él |
| Escapolita | 7 | Subhed, junto a epidota formando halos en su contacto |
| Apatito | T | Euh dentro de la calcita |
| Zircón | T | Subhed, junto a calcita |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Calcilicaticita de granate y epidota

Esta roca se presenta como aglomerados incluidos en el mármol.

Corresponde al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. J. B. (L) UNIDAD: Dos

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color negro de textura foliada, formada por cristales grandes de hornblenda y pocos minerales leucocráticos.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura nematoblástica heterogranular, formada por grandes y pequeños cristales de hornblenda intercalados con cristales de plagioclasas y cuarzo; la hornblenda presenta los cristales en su mayoría bien formados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL. | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Hornblenda | 55 | Euh a subhed intercalada con láminas de qz y fel |
| Andesina | 25 | Subhed muy sericitizados en su mayoría. |
| Cuarzo | 15 | Anh intercalado con hornblenda y plagioclasas |
| Esfena | 5 | Euh a red en bordes y dentro de horn o inc en qz y fel |
| Apatito | T | Euh incluido en cuarzo y feldespatos |
| Biotita | T | Cristales fibrosos a través de bordes y crucero de horn. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Anfibolita

La roca corresponde al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 4 (T) UNIDAD: ZAPOTAL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con textura granoblástica de grano grueso, constituida por grandes cristales de calcita, con un poco de mica y ferromagnesianos diseminados y escasas escamas muy finas de grafito.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular, formada por un mosaico homogéneo de calcita con flogopita, minerales opacos y olivino serpentinizado.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|---------------|----|--|
| Calcita | 86 | Subhed, formando un mosaico, la mayoría con sombras de presión |
| Serpentina | 7 | Red en contacto con cal, flogopita y opx |
| Ortopiroxeno | 3 | Pequeños cristales subhed diseminados en calcita |
| Flogopita | 2 | Fibrosa, tabular, intersticial en el mosaico de cal |
| Mineral opaco | 2 | Junto a calcita y en bordes de ferromagnesianos |
| Cuarzo | T | En forma de vetas (mineral secundario) |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Mármol de serpentina y flogopita

La serpentina corresponde a un pseudomorfo de olivino.

La roca es correspondiente al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 4 B (T) UNIDAD: ZAPOTAL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con puntos verdes, constituida por calcita y cristales redondeados de ferromagnesianos y escamas de leucomica.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular, formada por un mosaico homogéneo de calcita con flogopita, antigorita y opacos diseminados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|--------------|----|---|
| Calcita | 50 | Euh a subhed, formando un mosaico con sombras de presión |
| Serpentina | 33 | Anh, reemplazando a cristales redondeados, presenta fracturas rellenas de calcita |
| Ortopiroxeno | 7 | Subhed, con minerales opacos en los bordes |
| Min. opaco | 4 | En contacto con la serpentina |
| Flogopita | 3 | Fibrosa, intersticial en el mosaico de calcita |
| Clorita | 3 | Fragmentos tabulares y maclados, producto de alteración de mica. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Mármol de antigorita y flogopita

La antigorita debe ser un pseudomorfo a partir del olivino.

La roca corresponde a el melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 4 C (T) UNIDAD: ZAPOTAL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con puntos verdes, de textura granoblástica, correspondiente a un mármol constituido por calcita con olivino, leucomica y grafito.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular, formada por un mosaico de calcita con cristales de olivino y flogopita diseminados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|---|
| Calcita | 85 | Formando un mosaico homogéneo |
| olivino | 9 | Cristales redondeados intersticiales en el mosaico de calcita, alterandose a serpentina |
| Flogopita | 6 | fibrosa, intercalada con cal y dentro del olivino |
| Min. opaco | T | En contacto con serpentina. |
| Serpentina | T | Como borde y relleno de fracturas en el olivino |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Mármol de olivino y flogopita

El opaco debe corresponder con magnetita que se forma por la alteración del olivino a serpentina.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 5 (T) UNIDAD: El COLORADO

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con textura fanerítica, de grano grueso formada por feldespatos y cuarzo, con leucomica y granate diseminados.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca con textura granoblática heterogranular - granolepidoblástica, con un mosaico formado por cristales grandes de feld. K y plagioclasa, con cierta orientación, en parte en intercrecimiento mirnequítico. Presenta granate y muscovita diseminados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|-----------|----|--|
| Ortoclasa | 38 | Subhed, formando un mosaico con qz y plag, sericitizado, también como pertita (poco) |
| Cuarzo | 30 | Formando un mosaico con los fel y en vetillas |
| Muscovita | 15 | Fibrosa, intersticial en el mosaico de qz y fel |
| Olig-And | 10 | Subhed, formando un mosaico con qz y fel, en parte estan zonadas |
| Almandino | 5 | Red, intersticial en el mosaico de qz y fel |
| Sericita | 2 | En escamas, reemplazando a fel y pla |
| Apatito | T | Incluido en cuarzo o feldespatos |
| Zircón | T | Entre qz y fel, y dentro de textura gráfica |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Granito de muscovita y granate

En contacto con anfibolita y pegmatita.

La roca corresponde al leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. 6 UNIDAD: EL COLORADO

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color negro compacta, de textura foliada, constituida por biotita, cuarzo y feldespatos.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura lepidoblástica heterogranular, foliada constituida por biotita, plagioclasa y cuarzo; produciendo una flexibilidad dentro de los cristales leucocráticos, donde las plagioclasas se encuentran sericitizadas.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Olig - And | 43 | Subhed, muy sericitizada, ÷ cuarzo y biotita |
| Cuarzo | 35 | Red, ÷ biotita y plagioclasa. |
| Biotita | 20 | Fibrosa, en forma de veta, roja, ÷ qz y fel |
| Muscovita | 1 | Fibrosa, junto y entre biotita y cuarzo. |
| Zircón | 1 | Redondeado, incluido en biotita. |
| Min. opaco | T | En contacto con plagioclasas y biotita. |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo y plagioclasas. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de biotita

Corresponde a el melanosoma.

En campo se observo la existencia de una zona milonítica en esta ubicación, el cual se identificó como un gneis ojoso.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 6 B (T) UNIDAD: EL COLORADO

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca color blanco con textura porfidoblástica, constituida por fenocristales de cuarzo y feldespatos incluidos en una matriz de cuarzo y feldespatos con biotita.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura blastomilonítica, con fenocristales de cuarzo y feldespatos incluidos en una matriz de la misma composición con micas intersticiales.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Oligoclasa | 35 | Como fenocristales y en finos cristales intercrecidos con cuarzo formando la matriz |
| Cuarzo | 20 | Como fenocristales y en finos cristales intercrecidos con micas formando la matriz, también en crecimientos mirmequíticos con feldespatos en la matriz |
| Oroclasa | 20 | Como fenocristales y en finos cristales constituyendo la matriz |
| Biotita | 17 | Fibrosa y laminar, constituyendo la matriz |
| Muscovita | 8 | Fibrosa y laminar, intercrecida con biotita en la matriz |
| Min. opaco | T | Intersticial en qz y plag. |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo. |
| Zircón | T | Subhed, incluido en cuarzo. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Oreca de biotita y muscovita milonitizado

La roca corresponde a un leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 7 (L) UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca color negro de textura granoblástica, la cual se encuentra formada principalmente por cuarzo, feldespato y anfíboles, los minerales son casi del mismo tamaño.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Lepidoblástica isogranular, forma un mosaico de hornblenda intercrecidas con plagioclasas y algo de cuarzo.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL. | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Andesina | 40 | Subhed. algunas sin maclas. |
| Hornblenda | 35 | Subhed. tabular, intercrecido con qz, biotita y plag |
| Biotita | 10 | Fibrosa, tabular, sin orientación preferencial. |
| Cuarzo | 8 | Red, en contacto con horn. plag. y biot. |
| Min. opaco | 6 | En contacto con plagioclas, cuarzo y hornblenda. |
| Esfena | 1 | Red. incluida en hornblenda. |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Anfibolita

La roca corresponde al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. 8 (T) UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con textura gneísica, constituida por cuarzo feldespatos y biotita.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular (Protomilonítica), Formada por un mosaico de cuarzo y plagioclasas, entre los cuales se encuentra la biotita y granate. La muscovita es producto de la sericitización de los feldespatos. Fenocristales de cuarzo, plagioclasas y granate en un matriz \approx 10% de la misma composición.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL. | % | CARACTERISTICAS |
|-----------------|----|--|
| Plag. ondulante | 40 | Como fenocristales y finos cristales constituyendo la matriz, con textura antipertítica, a la macla |
| Cuarzo | 35 | Como fenocristales y finos cristales constituyendo la matriz |
| Almandino | 10 | Fragmentos angulosos, algunos de carácter poikilítico, presenta inclusiones de cuazo, plagioclasa y mica |
| Biotita | 10 | Tabular, rojiza, ÷ y en fracturas de qz y plag |
| Muscovita | 5 | Secundaria, fibrosa ÷ qz y plag |
| Clorita | T | Rellenando fracturas en el granate |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Gneis de biotita y granate milonitizado

Junto al granate, la biotita parece transformarse a vermiculita.

El afloramiento presenta menos migmatización que las anteriores.

La roca corresponde al leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 8' UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca color blanco, de textura fanerítica de grano grueso, constituida por abundantes cristales de cuarzo y feldespato con poca mica que se encuentran en el contorno de los primeros.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular (Protomilonítica), con grandes cristales de cuarzo, plagioclasa y microclina, rodeados por cristales pequeños de cuarzo, plagioclasa y biotita. Este último se encuentra también dentro de los fenocristales.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|-----------------|----|--|
| Cuarzo | 60 | Red, en fenoclastos y finos, junto a pla con inc de biot |
| Microclina | 15 | Subhed, como fenoclasto y fino con alteración a sericita |
| Oligoclasa | 15 | Subhed, en fenoclastos y finos, junto a qz, sericitizada |
| Mirmequita | 6 | Subhed a red, en contacto con qz y plag |
| Biotita | 2 | Fibrosa, subhed, pequeña, dentro o bordeando al qz |
| Muscovita | 2 | Anh, junto a qz o dentro de él |
| Zircón | T | Red, incluido en qz |
| Min. arcillosos | T | Reemplazando parcialmente al felespato K |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Ones de biotita milonitizado

La roca corresponde al leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D.S.A. (L) UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color negro, con textura foliada constituida por abundante biotita y cristales de cuarzo y feldespatos.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura lepidoblástica, formando un mosaico de grandes cristales de plagioclasa y antiperitas con biotita y cuarzo.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|---------------|----|--|
| Cuarzo | 30 | Formando un mosaico con fel, y en crecimientos mirmequíticos |
| Feldespatos K | 25 | Euh a subhed, como exsoluciones en plagioclasa |
| Biotita | 25 | Subhed a red, formando un mosaico con qz y plagioclasa |
| Olig - And | 20 | Euh a subhed, formando un mosaico con qz y mica, parte de ella esta sericitizada |
| Muscovita | T | Fibrosa, secundaria en plagioclasa o + ellas. |
| Zircón | T | Subhed a red, dentro de qz y junto a biotita |
| Min. opaco | T | Escamas intersticiales en el mosaico de mica, qz y fel |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esqueto de biotita

En campo se presenta como lentes incluidos en el gneis de biotita y granate.

La roca corresponde al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. S. B. UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco con textura granoblástica de grano grueso, constituida por cristales de cuarzo y feldespato, con biotita y granate.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura granoblástica heterogranular, con grandes cristales de feldespatos sericitizados, en contacto con cuarzo, biotita y granate. Parte de los feldespatos se presentan como antiperitita.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|--------------|----|--|
| Cuarzo | 36 | Subhed, junto a antiperitita e inc en granate |
| Feldespato K | 25 | Euh a subhed, como exsolución en plagioclasas |
| Olig - And | 20 | Euh a subhed y dentro de granate, con biotita. |
| Almandino | 8 | Red, poikilítico con abundantes inclusiones de qz, fel, clortia y mica |
| Biotita | 8 | Fibrosa, anh intersticial en el mosaico de qz y fel, y da lugar a vermiculita. |
| Zircón | 2 | Subhed a red, junto a biotita, qz y feldespato K |
| Clorita | 1 | Se extiende por venas en las fracturas del granate |
| Muscovita | T | Fibrosa, secundaria producto de sericitización. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Ones de biotita y granate

Caracter poikilítico del granate.

La roca corresponde al leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 10 UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática de textura foliada de grano fino, constituida por biotita, poco almandino y escasos cuarzo y feldespato.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura lepidoblástica isogranular, formada por un mosaico de micas en contacto con cuarzo y feldespatos.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|--------------|----|---|
| Biotita | 40 | En forma laminar, intercrecida con cuarzo, pertita y alm |
| Feldespato K | 30 | Euh a subhed, como exsolución en plagioclasas |
| Cuarzo | 20 | Subhed. Formando un mosaico con antipertita y biotita |
| Almandino | 5 | Red intersticial en el mosaico de antipertita, cuarzo y biotita |
| Muscovita | 5 | Fibrosa producto de sericitización de feldespato |
| Min. opaco | T | Junto a cuarzo y antipertita |
| Apatito | T | Subhed. incluido en qz y antipertita |
| Zircón | T | Subhed. junto a biotita y cuarzo |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de biotita

La roca corresponde a el melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 10 peg UNIDAD: ARROYO LA CRUZ

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca leucocrática de textura fanerítica de grano grueso, constituida por cuarzo y feldespato, poco granate y mica.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Holocristalina Hipidiomórfica, formando un mosaico constituida por cristales de cuarzo y feldespato, con poca biotita y almandino.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|--------------|----|--|
| Cuarzo | 40 | Anh. formando un mosaico con fel. almandino |
| Feldespato k | 30 | Subhed, en fenocristales y en finos cristales formando el mosaico; se aprecian alterados a mineral arcilloso |
| Olig - And | 10 | Anh. formando el mosaico |
| Mirmequita | 10 | Granos redondeados, formando parte del mosaico |
| Biotita | 6 | Fibrosa, parda, junto al feldespato y cuarzo |
| Almandino | 2 | Red, intersticialales en el mosaico de qz y fel |
| Muscovita | 2 | Anhed. y fibrosa, junto a qz y fel |
| Zircón | T | Red. incluido en cuarzo y feldespato |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Pegmatita granítica con granate

En esta roca se checó la cordierita, por medio de difracción de rayos X, dando un resultado negativo.

El color pardo de la mica se debe a la presencia de titanio e indica altas temperaturas de formación.

La roca corresponde al leucosoma.

ESTA TESIS -NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 11 B (11) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca leucocrática de textura fanerítica de grano grueso, constituida por cuarzo, feldespatos biotita y muscovita.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Cataclástica, con fenocristales de plagioclasas (la mayoría zonadas), feldespato K (parte en arreglos rapakivi) incluidos en una matriz formada por cristales pequeños de plagioclasa y cuarzo, con intercrecimiento mirmequitico y micas en cristales muy pequeños.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Ortoclasa | 30 | Subhed, fenoclastos sericitizados y como textura gráfica en partes |
| Cuarzo | 27 | Fenoclastos y en granos finos formando la matriz |
| Olig - And | 25 | Subhed, fenoclastos sericitizados, deformadas |
| Biotita | 10 | Subhed, intercrecida con qz y fel formando la matriz |
| Muscovita | 5 | Subhed, intercrecida con qz y fel formando la matriz, también secundaria |
| Clorita | 3 | Anhed, rodea a qz y feld., flexionada |
| Mirmequita | T | Granos pequeños formando la matriz |
| Apatito | T | Subhed. incluido en cuarzo y feldespato |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Granito de biotita y muscovita milonitizado

La roca corresponde a un sill granítico.

La presencia de muscovita nos indica un granito S.

La roca pertenece a el leucosoma.

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 12 B (L) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca leucocrática de textura fanerítica, constituida por cristales grandes de cuarzo y feldespatos, bordeados por cristales pequeños de micas.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Holocristalina, Hipidiomórfica equigranular, formando un mosaico de cristales sub a anhedrales de feldespatos y cuarzo con biotita y muscovita diseminados. Parte del feldespato se presenta en arreglos rapakivi.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|---|
| Cuarzo | 50 | Subhed formando un mosaico con los fel, y con intercrecimiento mirmequitico |
| Ortoclasa | 15 | Subhed, cristales grandes y pequeños formando la matriz |
| Muscovita | 13 | Fibrosa junto o dentro del cuarzo y feldespato |
| Olig - And | 10 | Subhed, bordeando a ortoclasa, sericitizada |
| Biotita | 10 | Fibrosa junto o dentro del cuarzo y feldespato |
| Clorita | 2 | Alterando a biotita |
| Apatito | T | Eh. incluido en cuarzo y feldespatos |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Granito de biotita y muscovita

Por la presencia de muscovita se considera granito S.

La roca forma parte del leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 13 (L) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPIA:

Roca melanocrática de textura foliada con cristales abundantes de anfíboles y pocos feldspatos y cuarzo.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura nematoblástica isogranular, con cristales casi equigranulares, aunque algunos más pequeños, principalmente anfíboles y micas, con cierta orientación.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Hornblenda | 60 | Subhed a red forma la matriz, color verde y pardo (poca) |
| Olig - And | 22 | Euh a subhed en contacto con hornblenda |
| Cuarzo | 10 | Intercrecido en plagioclasa o fenoblastos |
| Biotita | 8 | Subhed, tabular, en ocasiones rellena fracturas de pla |
| Min. opaco | T | Dentro de la hornblenda |
| Apatito | T | Subhed. incluido en cuarzo y plagioclasas |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Anfibolita

La roca forma parte del leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 13 A (I) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de textura fanerítica con cuarzo y feldespato en su gran mayoría y pocas micas en contacto con los anteriores.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Holocristalina alotriomórfica, con cristales de cuarzo y feldespato anhedrales principalmente, se presenta la pertita en poca cantidad, micas sin orientación y en forma de vetas aisladas entre cuarzo y plagioclasa.

IV. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|-------------|----|--|
| Cuarzo | 50 | Anh, formando un mosaico con plagioclasa y biotita |
| Olig - And | 38 | Subhed a anh, formando un mosaico con qz y biotita |
| Biotita | 8 | Subhedral, roja, formando un mosaico con qz y pla |
| Muscovita | 2 | Fibrosa, dentro de plagioclasas, son secundarias |
| Antipertita | 2 | Euh. en cubos y rectángulos, poco sericitizada. |
| Apatito | T | Muy pequeño incluido en cuarzo. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Granodiorita de biotita

La roca forma parte del leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 14 (L) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática, de textura porfidoblástica con grandes cristales de cuarzo y feldespato y abundante biotita.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Porfidoblástica de matriz foliada, las micas presentan cierta orientación, la biotita es de color rojo y también marrón, llegando a interestratificarse con cuarzo y feldespato, este último se observa también como antipertita.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|-------------|----|---|
| Olig - And | 45 | Fenoclastos junto a qz y antipertita y pequeños inc en biotita |
| Cuarzo | 25 | Fenoclastos junto a plagioclasa y antipertita y pequeños inc en biotita |
| Biotita | 15 | Subhed transformandose a vermiculita, con inc de qz y plag |
| Antipertita | 10 | Euh a subhed sericitizada |
| Muscovita | J | Fibrosa, inc en plagioclasa y bordeando a cuarzo |
| Apatito | 2 | Anh, incoloro, junto a biotita |
| Zircón | T | Subhed, incluido en biotita, plagioclasas y apatito |
| Clorita | T | Anh, dentro de cuarzo |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de biotita

La roca pertenece al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D_14 B (T) UNIDAD: PUERTO ANGEI

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática, de textura porfidoblástica con grandes cristales leucocráticos y abundante biotita.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Porfidoblástica con matriz foliada, con fenoblastos de cuarzo y feldespato, las micas presentan orientación la biotita es de color rojo y también marrón, llegando a interestratificarse.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL. | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Cuarzo | 60 | Fenoclastos anh con extinción ondulante, intercrecidos |
| Oligoclasa | 20 | Fenoclastos anh. junto a qz, sericitizada |
| Biotita | 16 | Subhed, roja y marrón junto a qz y plag |
| Muscovita | 2 | Fibrosa, incluida en plag y junto a biotita |
| Clorita | 2 | Tabular, rellenando fracturas de cuarzo y plag |
| Esfena | T | Anh, junto a biotita |
| Min. opaco | T | Entre biotita, cuarzo y plagioclasa |
| Zircón | T | Red incluido en cuarzo y junto a biotita |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo, plagioclasa y clorita |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de biotita

La roca pertenece al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. 19 UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca de color blanco de textura fanerítica de grano grueso constituida por un mosaico formado por un intercrecimiento de cuarzo y feldespato con mica blanca diseminada.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Holocristalina hipidiomórfica, formando un mosaico de cuarzo y feldespato con micas diseminadas existiendo cierta orientación de los cristales tanto los leucocráticos como melanocráticos.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Cuarzo | 55 | Anh a red, formando un mosaico con fel y mica |
| Olig - And | 20 | Subhed a anh, formando un mosaico con qz, ort y mica; sericitizada |
| Ortoclasa | 10 | Subhed, forma un mosaico con qz, plag y mica; sericitizada |
| Biotita | 8 | Subhed, anh, fibrosa, bordea a leucocráticos |
| Muscovita | 7 | Subhed, fibrosa, inc en cristales leucocráticos |
| Apatito | T | Euh. alargado incluido en cuarzo |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Fagstita Granodiorítica

La roca corresponde a un dique de 7 m de espesor que corta a la secuencia metamórfica.

La presencia de muscovita permite clasificarlo como Granito S.

La orientación de los cristales indica que estuvo sometida a procesos de deformación.

La roca forma parte del leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. 15 UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática con textura foliada, constituida por hornblenda y mica con poca cantidad de minerales leucocráticos, todos ellos se encuentran en contacto.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Nematoblástica heterogranular, perfecta orientación de los minerales máficos; el cuarzo y plagioclasas se encuentran muy fracturados pero en contacto franco con los anteriores.

IV. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Biotita | 35 | Tabular, fibrosa, siempre orientada |
| Cuarzo | 30 | Anh, muy fracturado en contacto con an. plag y mica |
| Hornblenda | 25 | Tabular a subhed, orientada |
| Olig - And | 10 | Anh, fracturada en partes grandes y pequeñas |
| Esfena | T | Subhed a red, dentro de la hornblenda |
| Min. opaco | T | En cubos o rectángulos, dentro de qz, y entre hornblenda y biotita |
| Apatito | T | Euh, abundante: hasta 7 en 1 cristal (20X). inc en qz |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de Hornblenda (Anfibolita)

La roca pertenece al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. 15. 1 UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPIA:

Roca leucocrática de textura fanerítica de grano grueso con abundancia de cuarzo y feldespato, poca mica (biotita y muscovita) diseminados.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Mirmequítica, con abundancia de intercrecimiento mirmequítico, prácticamente sin feldespatos plagioclasa. las micas rellenan o bordean al cuarzo.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|--------------|----|---|
| Cuarzo | 65 | Anh, y en intercrecimientos mirmequíticos con fel |
| Feldespato K | 15 | Anh, y en intercrecimientos mirmequíticos con qz |
| Biotita | 15 | Tabular, fibroso, rodeando e inc en qz y fel |
| Muscovita | 5 | Tabular, incluido en cuarzo y junto a biotita |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo, escaso |
| Zircón | T | Red a tabular, inc en cuarzo y biotita |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Pegmatita granítica

Esta roca corresponde a la que se encuentra en el andador de Puerto Angel, ya en la parte alta camino a Zipolite en la salida de Puerto Angel; solo que en este lugar la estructura se presenta en bifurcaciones.

La roca pertenece al leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 15 C (T) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca leucocrática de textura milonítica constituida por cuarzo y feldespatos con cristales pequeños y grandes (leucocráticos) poca mica.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Ocellar, con fenoclastos de cuarzo y feldespatos incluidos en una matriz foliada de la misma composición, con mica intersticial. La mayoría de los cristales se encuentran muy triturados, los que no, son de gran tamaño. Existe recristalización en los feldespatos grandes.

IV. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|---|
| Cuarzo | 40 | Fenoclastos anh y pequeños, formando la matriz y como colas de los sigmas en los fenoclastos de feldespatos |
| Olig - And | 29 | Fenoclastos tabular y pequeños, formando la matriz, muy sericitizado |
| Ortoclasa | 18 | Fenoclastos tabular y en la matriz |
| Muscovita | 5 | Fibroso, intercrecido con biotita y/o con qz y fel |
| Biotita | 4 | Fibroso, intercrecido con muscovita y/o con qz y fel |
| Mirmequita | 4 | Anh. entre pla, qz y ortoclasa |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo. |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Granodiorita Milonitizada

Las micas marcan cierta foliación en la matriz, ocasionalmente se aprecian bifurcadas y plegadas.

La roca corresponde al leucosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D. 16 (T) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática de textura foliada, constituida por mica con gran cantidad de minerales leucocráticos.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura lepidoblástica, formando un mosaico de biotita, cuarzo y feldespatos.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Cuarzo | 40 | Anh, formando un mosaico con biotita y plag, y en vetillas |
| Biotita | 28 | Tabular, roja, intercrecida con qz y plag |
| Andesina | 20 | Fenoclastos subhed, y pequeños formando el mosaico con qz y biotita, atravezados por vetas de cuarzo |
| Apatito | 10 | Euh a red, abundante, diseminado en la lámina |
| Hornblenda | 1 | Subhed en iclufdo en apatito |
| Zircón | 1 | Subhed a red, incluido en qz y plag, orientados |
| Min. opaco | T | En contacto con apatito |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquiato de biotita

El color rojo de la biotita se debe a la presencia de Ti e indica altas temperaturas de formación.

La roca pertenece al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D 16 A (T) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática con textura foliada, constituida por biotita con gran cantidad de minerales leucocráticos.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura lepidoblástica, no presenta foliación perfecta debido a la gran proporción de cuarzo y feldespatos, contiene gran cantidad de apatito de diferente tamaño y forma, diseminados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|---|
| Cuarzo | 40 | Anh, formando un mosaico con biotita y pla y en vetillas que cortan a fenoclastos de plagioclasas |
| Olig - And | 30 | Fenoclastos subhed. formando mosaico con biotita y qz |
| Biotita | 20 | Tabular, roja, mal orientada, intercrecida con qz y plag |
| Apatito | 8 | Red, del tamaño de la biotita, diseminado en la roca |
| Muscovita | 1 | Subhed, dentro de la plagioclasas |
| Zircón | 1 | Subhed a red. incluido en qz y plagioclasas |

IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Esquisto de biotita

Pertenece al melanosoma.

ESTUDIO PETROGRAFICO

MUESTRA: D_16_B_(T) UNIDAD: PUERTO ANGEL

I. DESCRIPCION MEGASCOPICA:

Roca melanocrática de textura porfidoblástica, constituida por fenoblastos de granate (de hasta 5 cm de diametro) incluidos en una matriz de biotita y anfíbol.

II. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Roca de textura Porfidoblástica con matriz nematoblástica, con fenoblastos de granate incluidos en una matriz con una orientación bien marcada de hornblenda y biotita, con pequeños cristales de cuarzo y plagioclasa y abundantes opacos diseminados.

III. MINERALOGIA:

| MINERAL | % | CARACTERISTICAS |
|------------|----|--|
| Almandino | 30 | Red. muy fracturado y con inc que le imprimen un carácter poikilítico |
| Hornblenda | 30 | Euh a subhed, verde y parda, algunos alterados manchados, también los hay incluidos en granate |
| Cuarzo | 15 | Anhed. siguiendo foliación y dentro del granate |
| Andesina | 12 | Subhed. ÷ granate y hornblenda e incluidos en granate |
| Biotita | 10 | En escamas, junto a hornblenda y rellenando fracturas en el granate |
| Muscovita | 2 | Fibrosa, incluida en granate |
| Min. opaco | 1 | Muy diseminado, principalmente dentro del granate |
| Apatito | T | Euh, incluido en cuarzo |

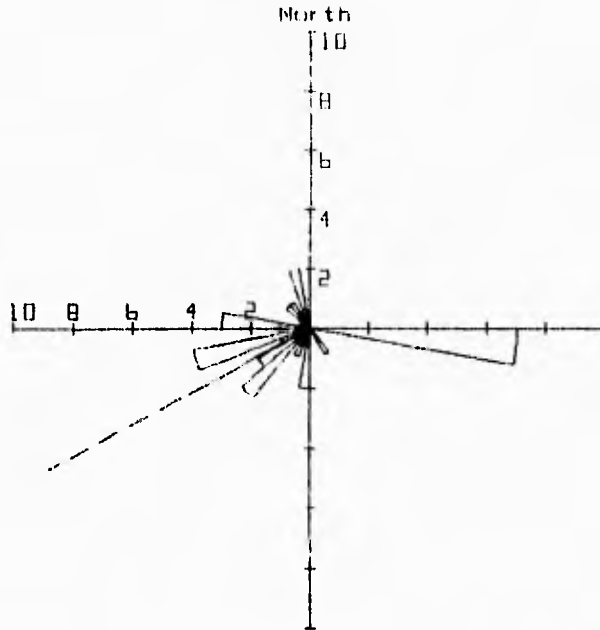
IV. CLASIFICACION Y OBSERVACIONES:

Anfibolita de granate y biotita

Caracter poikilítico del granate.

La roca pertenece al melanosoma.

ROSE DIAGRAM OF POLE TREND FOR
DATA 5 ESTRIE TUNNELS



30 Data Points
Single Line Shows Vector Mean

Circular Mean = 242 degree(s)
Angular Dev. = 34.27
Resultant = 0.285

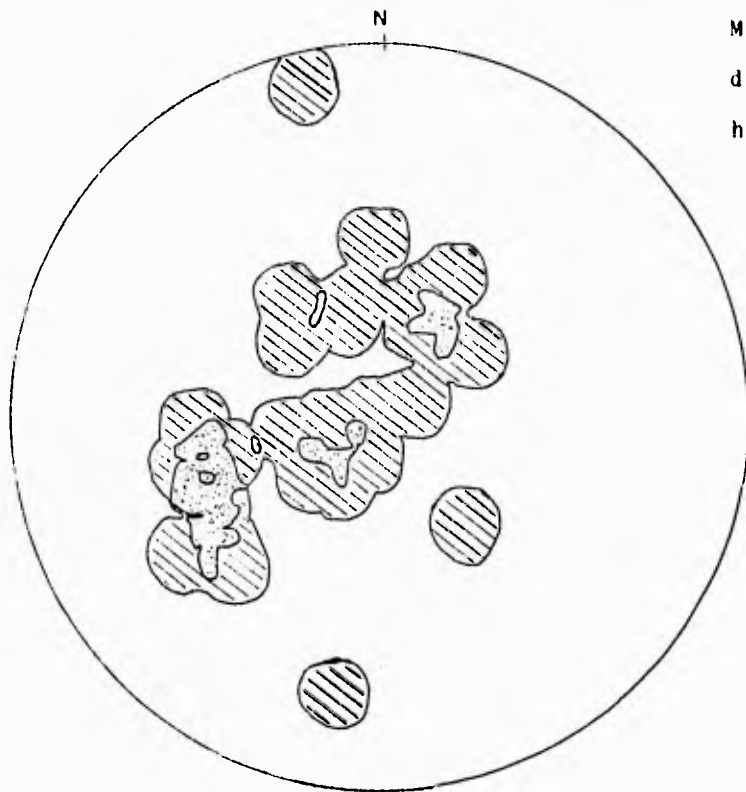
BREAKDOWN OF 10x SECTORS:

| Range (deg) | Number | % of Total | 3 | Range (deg) | Number | % of Total |
|-------------|--------|------------|---|-------------|--------|------------|
| 0- 9 | 0 | 0 | 3 | 180-189 | 2 | 7 |
| 10- 19 | 0 | 0 | 3 | 190-199 | 0 | 0 |
| 20- 29 | 0 | 0 | 3 | 200-209 | 1 | 3 |
| 30- 39 | 0 | 0 | 3 | 210-219 | 0 | 0 |
| 40- 49 | 0 | 0 | 3 | 220-229 | 3 | 10 |
| 50- 59 | 0 | 0 | 3 | 230-239 | 2 | 7 |
| 60- 69 | 0 | 0 | 3 | 240-249 | 1 | 3 |
| 70- 79 | 0 | 0 | 3 | 250-259 | 4 | 12 |
| 80- 89 | 0 | 0 | 3 | 260-269 | 1 | 3 |
| 90- 99 | 7 | 23 | 3 | 270-279 | 2 | 10 |
| 100-109 | 0 | 0 | 3 | 280-289 | 0 | 0 |
| 110-119 | 0 | 0 | 3 | 290-299 | 0 | 0 |
| 120-129 | 0 | 0 | 3 | 300-309 | 0 | 0 |
| 130-139 | 0 | 0 | 3 | 310-319 | 1 | 3 |
| 140-149 | 1 | 3 | 3 | 320-329 | 1 | 3 |
| 150-159 | 0 | 0 | 3 | 330-339 | 0 | 0 |
| 160-169 | 0 | 0 | 3 | 340-349 | 2 | 7 |
| 170-179 | 0 | 0 | 3 | 350-359 | 1 | 3 |

FALLA DE ORIGEN

Datos Estructurales

n = 30



Max 23.3%
dip 50
hacia 250.4

N20W, 40NE



Schmidt net, Lower hemisphere projection
Contours at 1.00% 9.00% 18.0%

David Cedejas Maciel
Tesis de Licenciatura
1995

ABREVIACIONES:

| | |
|--------------------------|--|
| alm = almandino | ond = ondulante |
| and = andesina | olig = oligoclasa |
| anf = anfiboles | op= opaco |
| anh = anhedral | ort = ortoclasa |
| biot = biotita | opx = ortopiroxeno |
| cal = calcita | parag = paragonita |
| clpx = clinopiroxeno | plag = plagioclasa |
| c = contacto de unidades | qz = cuarzo |
| def = deformadas | red = redondeado |
| escap = escapolita | subhed = subhedral |
| euh = euhedral | T = trazas |
| fel = feldespato K | Xea = esquisto y anfibolita |
| Gr = granito | Xgea = gneis, esquisto y anfibolita |
| Gd = granodiorita | Xega = esquisto, gneis y anfibolita |
| gr = granate | Xaeg = anfibolita, esquisto y gneis |
| gross = grosularita | Xae = anfibolita y esquisto |
| horn = hornblenda | Xa = anfibolita |
| inc = incluido | Xg = gneis |
| Ma = mármol | X = Complejo Xolapa |
| Mi = milonita | |
| min = mineral | |
| musc = muscovita | |

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ashworth, J. R., 1985. Migmatites. Ed. Blackie, London.
- Bard, J. P., 1985. Microtexturas de Rocas Magmáticas y metamórficas. Ed. Masson, Barcelona.
- Böhnel, H.; Negendank, J.F.W.; Urrutia-Fucugauchi, J., 1988. Paleomagnetism and ore petrology of three Cretaceous- Tertiary batholiths of southern Mexico.- N. Jb. Geol. Palaont. Mh., 1988(2): 97-127.
- Campa, M.F. y Coney, P.J., 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico. Can. J. Earth Sci., 26, 1040-1051.
- Cserna, Z. De, 1965. Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Bol. 62, 77 pp.
- Damon, P.E., Shafiqullah, M., Clark, K.F., 1981. Evolución de los Arcos Magmáticos en México y su Relación con la Metalogénesis. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Rev., Vol. 5 núm. 2, 223-238.
- Delgado-Argote, L.A., Carballido-Sánchez, E.A., 1990. Análisis Tectónico del Sistema Transpresivo Neogénico entre Macuspana, Tabasco y Puerto Angel, Oaxaca. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Rev. Vol. 9 núm. 1, 21-32.
- Elías-Herrera, M., 198?. Pegmatitas: Su importancia económica mundial con relación a México.
- Guerrero-García, J.C.; Silver, L.T. y Anderson, T.H., 1978. Estudios geocronológicos en el Complejo Xolapa. Bol. Soc. Geol. Mexicana, 39, 22 - 23 (resumen).
- Herrmann R. Uwe, Nelson K. Bruce, Ratschbacher Lothar, 1994 The origin of a terrane: U/Pb zircon geochronology and tectonic evolution of the Xolapa complex (Southern Mexico), Tectonics, Vol. 13, No. 2 pages 455 - 474.
- Hernández Bernal, M.S.; Morán-Zenteno, D.J. y Hernández-Treviño, J.T., 1994. El magmatismo terciario de la región de Pinotepa Nacional - Puerto Escondido, Oax..
- Miyashiro, A., Metamorphism and Metamorphic Belts, Ed. George, 1973 Allen & Unwin; London, England.
- Morán-Zenteno, D.J., 1986. Breve revisión sobre la evolución tectónica de México. Geofisica Internacional
- Morán-Zenteno, D.J., 1992. Investigaciones isotópicas de Rb-Sr y Sm-Nd en rocas cristalinas en la Región de Tierra Colorada - Acapulco - Cruz Grande, Estado de Guerrero. Univ. Nal. Autónoma de México, UACCPYP, CCH, Tesis Doctoral, 186 pp.
- Negendank, J.F.W.; Emmermann, Giben; N. Nun, Hamburg, B. Schulz-Dobrick, Mainz, H. Tobschall, Mainz, and R. Krawczyk, Giben, 1987. The Granitoid Complexes of Acapulco, Xaltianguis y Ocotito (Sierra Madre del Sur México)
- Negendank, J.F.W.; Böhnel, H. y Urrutia Fucugauchi, J., 1987: Paleomagnetism and Ore Petrology of Three Cretaceous- Tertiary Batholiths of Southern México.
- O'Hara, K., Blackburn W.H., 1989. Volume-loss model for trace-element enrichments in mylonites. Geology, 17, 524-527.

- Ortega-Gutiérrez, F. 1977. Los mármoles intrusivos del Complejo Oaxaqueño. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Rev. Vol. 1, 28, 32.
- Ortega-Gutiérrez, F. 1981. Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance. *Geofis. Int.*, 20 (3), 177-202.
- Ortega-Gutiérrez, F.; 1984: Evidence of Precambrian Evaporites in the Oaxacan granulite Complex of Southern Mexico.
- Pantoja-Alor, J. 1983 Geocronometría del magmatismo cretácico de la Sierra Madre del Sur. *Bol. Soc. geol. Mexicana*, 44 No. 1, 20.
- Passchier, C.W., Myers, J.S., Kröner, A., 1990. *Field Geology of High-Grade Gneiss Terrains*. International Union of Geological Sciences Commission on Tectonics., Ed. Springer-Verlag, Germany.
- Ratschbacher, L.; Riller, U.; Meschede, M., Herrmann, U., Frisch, W., 1991. A second look on terrane boundaries in southern Mexico. *Geology*, 19, 1233-1236.
- Tolson, G., Solís-Pichardo, G., Morán-Zenteno, D., Victoria-Morales, A., Hernández-Treviño, J.T., 1993. *Naturaleza Petrográfica y Estructural de las Rocas Cristalinas en los Alrededores de Santa María Huatulco, Oaxaca*. Instituto de Geofísica, ...1-21.
- Turner, F.J., 1980. *Metamorphic Petrology*,
- Urrutia-Fucugauchi, J., 1983. Paleomagnetism and rock magnetism of selected intrusive igneous bodies from southern Mexico: Reconnaissance study of the Acapulco and Tierra Colorada intrusives.
- Vernon, R.H., Collins W.J., 1988. Igneous microstructures in migmatites. *Geology*, Vol. 16, 1126-1129.
- Victoria-Morales, A., Vega-Carrillo, J., Jiménez-García, O., 1988. Estudio Petroológico del Complejo Xolapa a lo largo del Río de la Sabana, entre las poblaciones de la Venta y El Treinta, Estado de Guerrero. IX Convención Geológica Nacional de la Soc. Geol. Mexicana, Resúmenes. P. 117.
- Winkler, H.G.F., 1978. *Petrogénesis de rocas metamórficas*. Ed. H Blume, Barcelona.