

2/1/88



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

**Estudio Geológico de Detalle Estratigráfico de
la Formación Bataque en las Hojas G12-A42,
G12-A43, G12-A44, G12-A53, G12-A54, G12-A63,
G12-A64, G12-A65, G12-A74, (Detenal), Estado
de Baja California Sur**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO GEOLOGO
p r e s e n t a :
JOSE ALEJANDRO SERRANO AVALOS

R E S U M E N

En años anteriores la Península de Baja California ha recibido poca atención en lo que se refiere a Estudios de su territorio; en este Estudio se trata la estratigrafía de la región de mesas del 40, localidad ubicada hacia el suroeste de San Ignacio, Baja California Sur. Poniendose especial énfasis en la estratigrafía de la formación Bateque, la cual se trata a detalle mediante la descripción de 10 columnas estratigráficas medidas y muestreadas sistemáticamente para obtener datos completos sobre esta formación. Se fija su edad en Paleoceno - Eoceno mediante el reconocimiento de fósiles índice; principalmente del tipo de foraminíferos planctónicos y nannoplancton calcáreo.

Se obtienen también los ambientes de sedimentación que van de facies mixtas - a Batial superior y se proporciona también un modelo de posicional de la unidad en el que coexisten todos los ambientes que lograron identificarse.

Se obtuvo un espesor total para la Formación Bateque de 2941 mts. aunque la suma de las columnas medidas es de 4590 mts.

En base a los datos obtenidos se construyeron planos paleogeográficos para cada piso del eoceno y del paleoceno; también se hace un análisis tectónico estructural a nivel regional y local y por último se describe la historia geológica del área y se finaliza el trabajo con las conclusiones y recomendaciones que emanan de este estudio.

En los anexos se incluye un plano estratigráfico de la zona de estudio escala 1:200 000 y la descripción detallada de cada una de las columnas medidas en campo.

I N D I C E

	R E S U M E N	PAG.
I.-	GENERALIDADES	1
	I.1.- Introducción	1
	I.2.- Agradecimientos	2
	I.3.- Localización y Extensión	3
	I.4.- Vías de acceso y Comunicación	3
	I.5.- Población y Cultura	6
	I.6.- Clima y Vegetación	7
	I.7.- Trabajos Previos	9
	I.8.- Métodos de Trabajo	9
II.-	FISIOGRAFIA	12
	II.1.- Provincia Fisiográfica	12
	II.2.- Geomorfología	12
III.-	ESTRATIGRAFIA	16
	III.1.- Cretácico	18
	III.1.1.- Formación Valle	18
	III.2.- Terciario	24
	III.2.1.- Formación Bateque (Paleoceno-Eoceno)	24
	Sección Estratigráfica "A"	27
	Sección Estratigráfica de Liga "a"	38
	Sección Estratigráfica "B"	40
	Sección Estratigráfica de Liga "b"	47
	Sección Estratigráfica de Liga "c"	48
	Sección Estratigráfica "C"	50
	Sección estratigráfica "D"	55
	Sección Estratigráfica "E"	60

	PAG.
III.2.1.1.- Sedimentología de la Formación Bateque	71
III.2.1.2.- Estratigrafía de la Formación Bateque	74
III.2.2.- Formación Zorra (Mioceno Inferior)	78
III.2.3.- Formación San Zacarías (Mioceno Medio)	81
III.2.4.- Formación San Ignacio (Mioceno Medio Superior)	83
III.2.5.- Formación Comondu (Mioceno Superior)	86
III.2.6.- Domo Andesítico (Mioceno Superior-Plioceno Inf.)	89
III.2.7.- Basaltos de Plateau (Mioceno Superior-Plioceno Inf.)	90
III.2.8.- Formación Salada (Plioceno)	92
III.2.9.- Rocas Vulcano-Sedimentarios (Plioceno)	94
III.2.10.- Formación Santa Clara (Plioceno)	95
III.3.- Cuaternario	97
III.3.1.- Terrazas Marinas de Pleistoceno	97
III.3.2.- Cuaternario Volcánico	97
III.3.3.- Terrazas Marinas del Reciente	97
III.3.4.- Terrazas Continentales del Reciente	97
III.3.5.- Depósitos Continentales del Reciente	99
 IV.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL	 101
IV.1.- Tectónica Regional	101
IV.2.- Estructuras Locales	106
IV.3.- Apertura del Golfo	110
 V.- GEOLOGIA HISTORICA	 116
V.1.- Secuencia de los Eventos Geológicos que Tuvieron Lugar en el Area Estudiada	116
V.2.- Relación con los Eventos Geológicos Regionales	119
 VI.- GEOLOGIA ECONOMICA	 121
 VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 124

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

A N E X O S

I.- GENERALIDADES.

I.1 Introducción.

En la República Mexicana hay zonas que han sido relegadas y no han recibido la suficiente atención y por lo tanto no están suficientemente estudiadas lo cual ha obstaculizado la creación de un catálogo de recursos naturales que sea completamente confiable y verídico.

Las razones para este abandono han sido muchas y variadas: Zonas agrestes y poco accesibles, escaso o nulo interés económico inmediato, falta de interés por parte de las autoridades y en muchos casos falta de fondos para realización de estudios.

La zona que concierne a este Estudio cae dentro de este caso ya que la península de la Baja California no había sido objeto de estudios serios y extensivos hasta hace algunos años dando lugar esto a que otras naciones conocieran mejor algunas porciones de nuestro territorio que nosotros mismos.

El objetivo específico que ocupa a esta Tesis es la estratigrafía de la formación Bateque. Esta formación ha sido descrita por escasos autores que difieren en muchos aspectos, tanto en edad, como en en ambientes de depósito y extensión del mismo. Dado el caos que existe actualmente en la estratigrafía en muchas partes del territorio nacional -- este trabajo pretende ser una contribución a que se establezca una estratigrafía confiable de la Baja California Sur.

Se da la descripción detallada de 8 secciones estratigráficas, mencionando Litología, Fósiles, Es estructuras y Espesor y se complementa esta información con un análisis e interpretación de la misma. Se menciona también toda la columna estratigráfica de la zona y sus relaciones con la Formación Bateque, cuando estos existen.

Se complementa todo esto con los capítulos de Geología Estructural y Geología Histórica, finalmente están los capítulos de Geología Económica y Conclusiones y Recomendaciones en los que se le da un enfoque y una justificación tanto económica como práctica a este estudio.

Se pretende que este estudio sea útil para: Afinar la estratigrafía de la zona, tanto local como regionalmente con lo que se tendrá un buen apoyo al hacer correlaciones con pozos o con otras áreas - así como para configuraciones paleogeográficas más verificadas con lo que se pueden enfocar mejor futuros estudios para energéticos, minería o agua y - finalmente como una contribución al conocimiento - integral de los recursos naturales de nuestro país.

1.2 Agradecimientos.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a -- todas aquellas personas que en alguna u otra forma me han apoyado a la realización de este trabajo.

En forma especial quiero agradecer a las Compañías: GYMSA Estudios de Planeación Regional, S.A. y Estudios Físicos de la Tierra, S.A. en especial a los Ingenieros JOSE PEREZ REYNOSO Y JUAN ALVARO LOZA - así como al Dr. RIGOBERTO RUIZ BARRAGAN por sus acertadas indicaciones durante su dirección a esta Tesis. Quiero también hacer un reconocimiento a mis compañeros de estudios y de trabajo y a todos aquellos - que estuvieron cerca de mi durante la realización - de este trabajo.

A todos ellos gracias.

I.3 Localización y extensión.

El área de Estudio se localiza en la parte nor-occidental de el Estado de Baja California Sur, en la vertiente del Océano Pacífico. Se ubica entre los meridianos $113^{\circ}40'$ y $112^{\circ}30'$ de longitud al oeste de Greenwich y entre los paralelos $27^{\circ}30'$ y $26^{\circ}27'30''$ de latitud norte (fig. I.1)

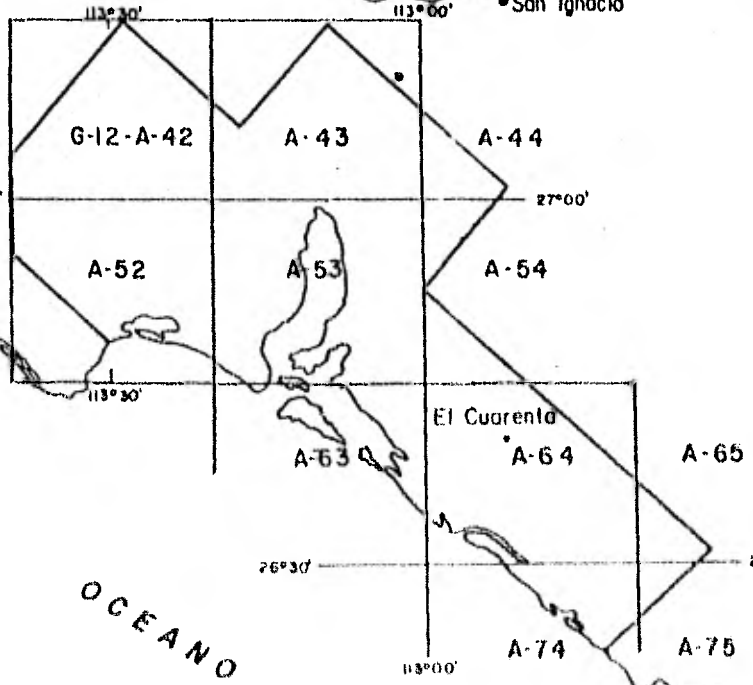
I.4 Vías de acceso y Comunicación.

El acceso al área por vía terrestre se puede hacer por tres rutas: Hacia la porción nor-oeste se puede tomar el camino de terracería que va a la población de Abreojos y que parte de la carretera federal No. 1 (Transpeninsular) 25 kms. al norte de San Ignacio; para llegar a las porciones centro y sur del área se puede tomar una brecha que parte de San --

CROQUIS DE LOCALIZACION
DEL AREA DE ESTUDIO

GOLFO DE
CALIFORNIA

• San Ignacio



OCEANO
PACIFICO

FIGURA 1.1.

Ignacio y que serpentea a lo largo del arroyo del mismo nombre, hacia el Rancho de San Sabás. O bien se puede tomar la brecha que parte de la misma población y que comunica a los Ranchos de San Joaquín, San Zacarías y el Alamo. Dentro de la zona de Estudio existe una red de brechas que intercomunica a una docena de Ranchos y campos pesqueros que hay en el area.

I.5 Población y Cultura.

El area de Estudio se localiza en el Estado de Baja California Sur como ya se mencionó y pertenece al Municipio de Comondú.

Existen varios Ranchos dentro del area que son los siguientes: El Carrizo, San Angel, San Juan, San Sabás, La Escondida, La Fortuna, El Aguaje, El Alamo, El Bateque de Monreal, el Tamalito, La Rinconada, San José de Gracia, Las Vacas, San Juan, de las Buenas Mujeres, Dolores, El Arenal, La Salada y el Cuarenta. En dichos Ranchos la principal actividad es la ganadería que se ve limitada por la escases de agua dulce.

Existen tambien los siguientes campos pesqueros: La Laguna, El Cardón, La Fridera, Delgadito y El Coyote.

Estos centros de población tienen un mejor medio de subsistencia, la pesca, pero en ocasiones tambien se ve afectada por el principal problema de la zona: El agua. Ninguno de los centros de po-

blación mencionados excede de 20 habitantes.

I.6 Clima y Vegetación.

Según la clasificación de KOPPEN, modificada por - E. García (1964); en el área de estudio prevalecen condiciones climáticas típicas de zonas desérticas y semidesérticas; en donde el ambiente es seco y - cálido durante el día con descensos bruscos de temperatura durante la noche. La precipitación media anual es de 19 mm.

Las condiciones climáticas de la región han ocasionado que la vegetación que se desarrolla en la zona sea predominante Xerofila aunque también se presentan, en menor proporción arbustos y palmeras en los cauces de los arroyos: A continuación se enumeran las principales especies de la zona.

- Biznaga.- *Ferocatus ocanthodes*
- Cactus.- *Hariota salicornoides*
- Candelilla.- *Pedilanthus macrocarpus*
- Cardón.- *Pachyceras pringlei*
- Cardones.- *Euphorbia canariensis*
- Céreo gigante.- *Cereus giganteus*
- Cholla.- *Opuntia cholla*
- Copalquín.- *Pachycormus discolor*
- Datilillo.- *Yucca valida*
- Dipda.- *Cercidium microphyllum*

- Gobernadora.- *Larrea divaricata*
- Hierba de la flecha.- *Sapium biloculare*
- Higuera.- *Jatropha cinerea*
- Huizache.- *Acacia farnesiana*
- Junco común.- *Scirpus holoschoenus*
- Lechuguilla.- *Yucca wipplei*
- Mamilaria menuda.- *Mammillaria pusilla*
- Mangle.- *Rhizophora mangle*
- Mariola.- *Solanum hindsianum*
- Mezquite.- *Prosopis juliflora*
- Nopal.- *Opuntia*
- Palma de guinea.- *Eloeis guineensis*
- Palma real.- *Erythea brandegeei*
- Palmera datilera.- *Phoenix dactylifera*
- Palmilla.- *Chameropus humilis*
- Palo chino.- Uña de Gato.- *Acacia greggii*
- Palo blanco.- *Lipiloma candida*
- Palo de adán.- *Fouqeria penninsularis*
- Palo verde.- Palo brea.- *Cercidium praecox*
- Pitahaya agria.- *Machoroecereus gamosus*
- Pitahaya dulce.- Lemaire o cereus *thurberi*
- Ocotillo.- *Fouqeria splendens*
- Torote.- *Bursera microphylla*
- Ulúa.- *Harrisia pomanensis*
- Yuca.- *Yuca brevifolia*
- Zalate.- *Ficus palmeri*

1.7.- TRABAJOS PREVIOS

Son bastantes y variados los estudios que se han realizado en Baja California; al final de este estudio se enumeran los principales que han sido consultados durante este trabajo han sido los publicados por F. Mina en 1957 en el Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros así como los realizados por BEAL (1948), DARTON (1921) y HEINE (1922).

Han sido de especial interés y valor para la elaboración del presente escrito los estudios elaborados por GYMSA Estudios de Planeación Regional S.A. para Petróleos Mexicanos en 1973-74 bajo el nombre de Exploración Geológica Petrolera en los prospectos Punta Eugenia - Punta Abreojos y Purfsima-Sta. Rita, y los realizados en 1979-80 bajo el nombre de San José de Castro y San Sabás Mesas el Cuarenta así como la tesis profesional del Ing. G. Carrillo (1976).

1.8.- METODOS DE TRABAJO.

Para la elaboración de esta tesis se siguieron los siguientes pasos:

- a).- Recopilación de información anterior e interpretación preliminar.
- b).- Adquisición e interpretación de fotografías -

- aéreas que cubrieron estereoscópicamente toda el área. En este caso se usaron fotos tomadas por DETENAL (1972) escala 1:70 000.
- c).- Reconocimiento geológico y medición de columnas estratigráficas. Estas columnas se midieron siguiendo secciones debido a la peculiar forma de afloramientos de la F. Bateque.
- d).- Análisis petrográficos y paleontológicos de las muestras colectadas.
- e).- Elaboración de columnas, compilación y reinterpretación de toda la información obtenida y la anterior; Elaboración del plano estratigráfico de la F. Bateque, escala 1:200 000.
- f).- Redacción del texto.

II.- FISIOGRAFIA

II,1 Provincia Fisiográfica.

El area de estudio se localiza en la provincia - fisiográfica de Sebastian Vizcaino, en la subprovincia denominada Mesas del cuarenta (Mina 1957 - p. 148). Dicha subprovincia se limita por la Laguna de San Ignacio al Norte y por el arroyo la Purisima hacia el Sur; al Oriente la limitan las Sierras la Giganta y Sta. Lucia y hacia el Poniente el Oceano Pacifico.

II,2 Geomorfologia.

Las formas características del area son extensas mesetas que son cortadas por arroyos que bajan -- hacia la planicie costera, por cierto, también -- muy extensa.

Estas terrazas y mesetas forman diferentes niveles de acuerdo a las rocas y materiales que las conforman. Las principales mesas estan coronadas por basaltos que ayudan a preservar de la erosión a las rocas más suaves que cubren; las mayores -- elevaciones de la zona son del orden de 250 mts. con una elevación promedio de 50 mts.

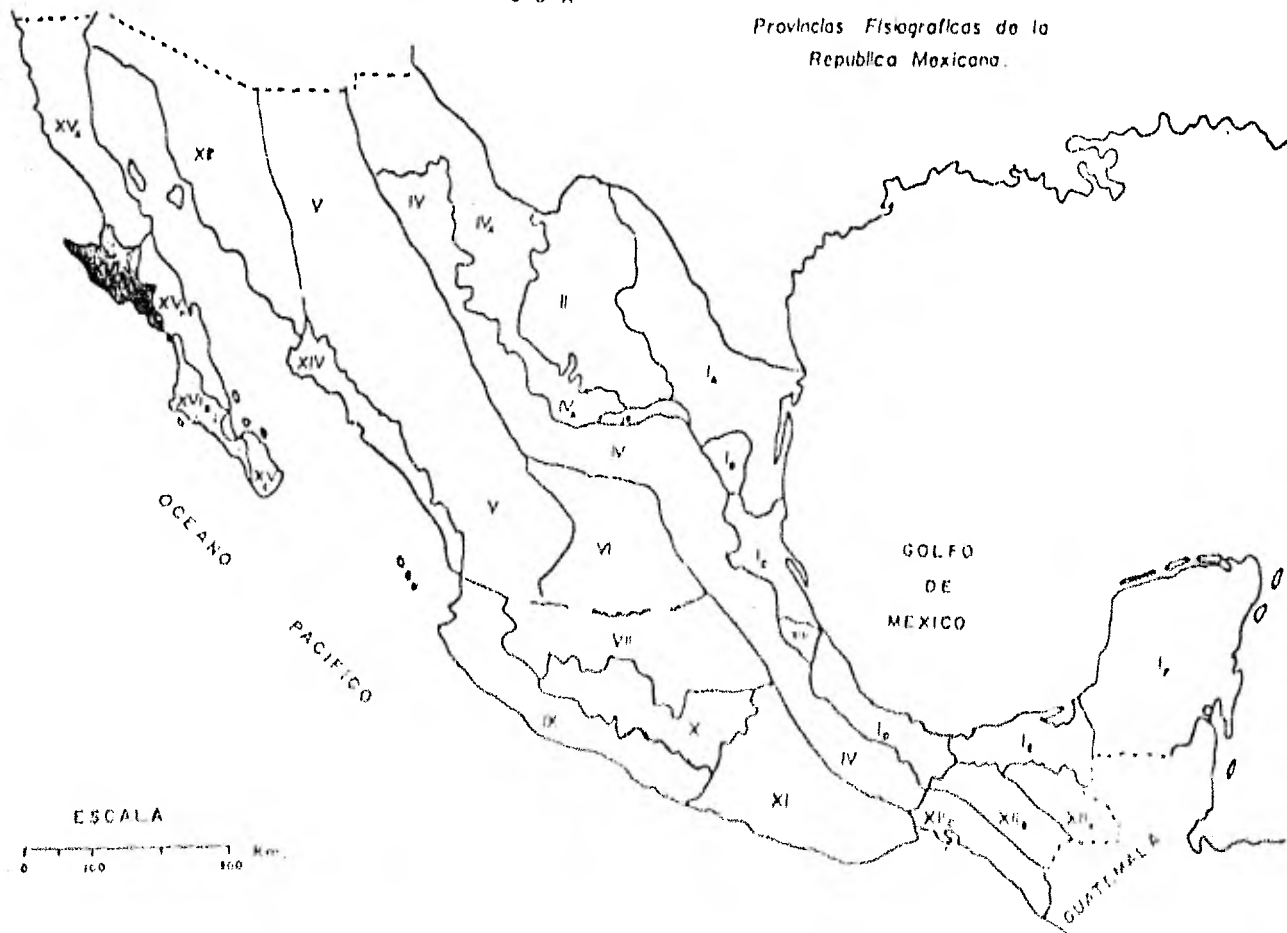
Como ya se mencionó estas mesas se encuentran cortadas por arroyos que corren perpendiculares a la línea de costa y que tienen patrones dendríticos. Los principales arroyos son: San Angel, San Juan,

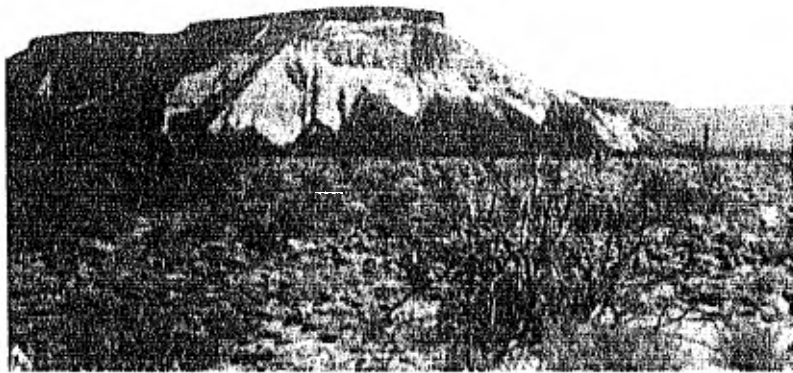
San Ignacio, San Joaquín, Jesús Marfa, El patrocinio, El Cuarenta; San José de Gracia y las Vacas.

El paisaje típico de esta región originado por la existencia de rocas blandas cubiertas por una capa dura de basalto ha dado por resultado que se le conozca como "Mesas del Cuarenta". Nombre que también se ha adoptado para esta subprovincia fisiográfica.

U S A

Provincias Fisiograficas de la
Republica Mexicana.





Dos ejemplos de la Fisiografía típica del área,
se observa el Basalto en la parte superior de
las mesas.



III. ESTRATIGRAFIA

La Estratigrafía de la Península de Baja California ha sido objeto de varios estudios, la mayoría de los cuales aportan nombres diferentes a las mismas unidades, lo cual ha dificultado una sistematización adecuada de la información, al igual que en gran parte de la República Mexicana, esto se puede apreciar gráficamente en la Tabla Estratigráfica (Fig. No. III.1).

Respecto a este problema se recomienda para esta área y otras con el mismo problema, que se creen comisiones estratigráficas de cada zona problema; ésto simplificaría mucho el estudio de la Geología y la Paleogeografía de México.

Para la elaboración de la columna estratigráfica de éste trabajo se tomó en cuenta principalmente los trabajos de F. Mina (1957) y GYMSA Estudios de Planeación Regional (1979-80).

A continuación se describen las unidades aflorantes en el área en orden de la más antigua a la más nueva.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	P I S O	AREA SAN FCO STA CRUZ (USA) BOWEN, OZ. (1951)	NORTE DE LA PENINSULA LOZANO P (1978)	PROSPECTO SAN JOSE DE CASTRO SYMA (1980)	CUENCA DE VICIANO MINA P (1957)	ALVARADO SERRANO (1982)	SUR DE LA CUENCA DE VICIANO DE VINCOCACAJE GYMSA (1975)	CUENCA DE PURPURA MINA (1957)	CUENCA DE PURPURA MINA (1971)	N. H. DARTON (1921)	C. BEAL (1948)		
QUATERNARIO	CONTINENTAL	HOLOCENO	EMILIANO	ARENAS Y SUELOS	ARENAS Y SUELOS	ARENAS Y SUELOS			DEPOSITOS DEL CUERNARAO	DEPOSITOS DEL CUERNARAO					
			PILOCENO	BARCELIANO	CANEL COSTERO	P ALMAGRE	P ALMAGRE	P ALMAGRE	P COMONDU	P BALBOA	P BALBOA	P SALADA		P SALADA	
		PLEISTOCENO	MESENIANO												
			TORTONIANO												
			VERVALIANO												
			LANGHIANO												
			BURGHALIANO												
			AUSTRIANO												
			CHATIANO												
			SUPELIANO												
			LATTONIANO												
			PRAMBIANO												
			SARONIANO												
			LUTEIANO												
			TYMPIO												
PLEISTOCENO	CONTINENTAL	THAMERIANO													
		BARBERIANO													
		MESENIANO													
		VERVALIANO													
		LANGHIANO													
		BURGHALIANO													
		AUSTRIANO													
		CHATIANO													
		SUPELIANO													
		LATTONIANO													
		PRAMBIANO													
		SARONIANO													
		LUTEIANO													
		TYMPIO													
		PLEISTOCENO	CONTINENTAL	THAMERIANO											
BARBERIANO															
MESENIANO															
VERVALIANO															
LANGHIANO															
BURGHALIANO															
AUSTRIANO															
CHATIANO															
SUPELIANO															
LATTONIANO															
PRAMBIANO															
SARONIANO															
LUTEIANO															
TYMPIO															
PLEISTOCENO	CONTINENTAL			THAMERIANO											
		BARBERIANO													
		MESENIANO													
		VERVALIANO													
		LANGHIANO													
		BURGHALIANO													
		AUSTRIANO													
		CHATIANO													
		SUPELIANO													
		LATTONIANO													
		PRAMBIANO													
		SARONIANO													
		LUTEIANO													
		TYMPIO													

AUSENTE POR ERRORES EN LOS DATOS

CONTIENE INCORRECTAMENTE
CONTIENE INCORRECTAMENTE

FIG. III.1

III.1 CRETACICO.

III.1.1 FORMACION VALLE (cretácico Superior)

- Definición

La Formación Valle fué definida por el Ing. Mina (1957), quien señaló como localidad tipo a la sección clástica - expuesta en el sitio denominado Valle Salitral, al oeste de la población de Tortugas en la Península de Vizcaíno.

Dentro del área de estudio, exclusivamente aflora la -- porción superior de la unidad.

- Distribución

En los límites de la zona, se encuentra expuesta en la porción occidental, particularmente al SW de las Mesas del -- Carrizo, plano: G-12 - A-42 (DETENAL).

En forma regional, se extiende desde la localidad mencionada hasta el noreste de la población de Tortugas, constituyendo gran parte de las exposiciones de la Península de Vizcaíno. Así mismo, se ubica en la Isla de Cedros -- y en el subsuelo de la Cuenca de Vizcaíno.

Al sur, en la Cuenca de Purísima-Iray, se manifiesta exclusivamente en la porción central de la Isla Margarita. En el subsuelo, se ha comprobado su existencia igualmente.

- Litología y espesor

Hacia la región de las Mesas del Cuarenta, la cima de la

F. Valle está compuesta por una alternancia de areniscas de grano fino compactas, limolitas, areniscas de grano fi no delezna**bles** y lutitas.

Las areniscas de grano fino compactas, son de color gris verdoso oscuro que intemperiza en café pardusco oscuro; forman capas delgadas de 15 a 2 cm. de espesor, son compactas, densas y calcáreas. Contienen una gran cantidad de rastros de gusanos, algunos calcos espatulados, impresiones de cefalópodos y un sistema de diaclasas que cortan perpendicularmente a la estratificación. Estas areniscas constituyen aproximadamente, el 10% del total del afloramiento. Se presentan en capas aisladas que sobresalen del conjunto por su dureza, con una frecuencia de 10 a 150 cm.

Las limolitas son delezna**bles**, de color gris verdoso claro que intemperiza en gris y café claro amarillento, cuarzo-feldespáticas y calcáreas. Se presentan en capas delgadas de 20 a 30 cm. con una estratificación de 1 a 3 cm. Estos sedimentos constituyen aproximadamente el 70% del afloramiento.

Las areniscas de grano fino delezna**bles**, son calcáreas, de color gris verdoso claro que intemperiza en amarillo rojizo y se encuentran dispuestas en capas delgadas de 5 a 10 cm. Conforman el 15% del volumen total de la roca.

Las lutitas, son de color gris verdoso que intemperiza en un tono más claro (cenizo), calcáreas y se presentan en horizontales muy delgados de 1 a 6 cm. Forman el 5% del afloramiento.

Hacia la porción superior del sector recorrido (columna estratigráfica G-1), se aprecia una alternancia de areniscas de grano fino deleznales, sin cementante, de color gris verdoso claro que intemperiza en café claro amarillento, dispuestas en capas delgadas de 5 a 10 cm.; y lutitas de color gris verdoso que intemperiza en verde cenizo, plásticas con intemperismo modular y de estratificación delgada a laminar. Las areniscas constituyen el 10% de la roca, ocupando el 90% del volumen las lutitas descritas. Estos porcentajes no son constantes, localizándose tramos donde las areniscas forman el 65% y las lutitas el 35%.

Las relaciones de los materiales descritos, se pueden --- apreciar en la columna estratigráfica G-1 ó en la sección representativa A,

Durante los trabajos de campo, se midió únicamente un espesor de 132,8 m. sin embargo, se sabe que en la Península de Vizcaíno, afloran espesores de varios miles de metros - (GYMSA 1973-74, Guzmán 1977).

Relaciones estratigráficas

La zona de contacto entre las Formaciones Valle y Bateque se localiza al sur del Rancho El Carrizo, en el extremo oc

cidental del área de estudio. Desafortunadamente, esta relación se encuentra aparentada por aluviones cuaternarios en las partes topográficamente bajas y por derrames de basaltos que coronan a las denominadas Mesas del Carrizo.

En los taludes de éstas últimas, se presentan grandes masas colapsadas y un considerable volumen de fragmentos de rocas volcánicas. Sin embargo, con la información recabada, es posible mencionar las siguientes observaciones:

Desde el punto de vista estructural, las actitudes regionales entre las rocas de la F. Valle en su porción superior y la secuencia basal de la F. Bateque son semejantes. -- Desde el punto de vista paleontológico, la fauna encontrada en las muestras recolectadas en la cima de la F. Valle, indica un medio batial superior a nerfítico externo, para la propia de la base de la F. Bateque señala un ambiente que va de batial superior a nerfítico externo. Desde el -- punto de vista bioestratigráfico, los fósiles encontrados en los análisis micofaunísticos de este trabajo, no son -- índices y por tanto, no definen con toda certeza el paso -- del Cretácico Superior (Maestrichtiano) al Paleoceno Inferior (Daniano). Sin embargo, hacia la base de la columna estratigráfica G-1, se identificaron macrofósiles del Cretácico Superior. Por lo que puede asumirse que las formaciones Bateque y Valle son concordantes ó, en todo caso, -- ligeramente discordantes (discordancia erosional y angular muy pequeña) que es más probable, si se toma en cuenta la diferencia de deformación que exhiben estas dos unidades.

La F. Valle se encuentra cubierta en discordancia petrológica por rocas de la unidad Basaltos de Plateau, y por medio de una discordancia erosional y angular por sedimentos de la unidad Terrazas Marinas del Pleistoceno.

- Edad y correlación

En base a la micro y macrofauna encontrada, GYMSA (1973-74) estimó una edad de depósito para la F. Valle que va del Cenomaniano al Maestrichtiano.

Alfredo Guzmán (1977), reporta para la F. Valle la identificación de faunas pertenecientes a pisos que van del Albiano al Eoceno.

En base a la información recabada se puede inferir que el sector aflorante de la F. Valle en la zona estudiada va -- del Campaniano al Maestrichtiano.

La F. Valle se correlaciona con la F. Chico que aflora en la Provincia del Great Valley, California; y con la F. Rosario ubicada en la porción norte de la Península de Baja California.

III.2 TERCIARIO

III.2.1 FORMACION BATEQUE (Paleoceno - Eoceno)

- Definición

La Formación Bateque fué originalmente definida por el Ingeniero Mina (1957), que señaló como localidad tipo a la secuencia detrítica de grano fino, expuesta en los paredones que se encuentran en el arroyo San Ramón, en las inmediaciones del Rancho Bateque del Monreal; ubicado a 32 Kms. al SE de San Ignacio.

En trabajos posteriores (GYMSA 1975) se dividió a la F. Bateque en tres miembros en base a su contenido fosilífero y a su litología.

Para este trabajo se pretende dar una zonificación de los sectores aflorantes basándose, principalmente, en sus edades de depósito para que pueda ser usada como referencia posteriormente en pozos.

- Distribución

Los afloramientos de la formación Bateque se localizan en la parte sur de la cuenca de Vizcaíno especialmente en la subcuenca de San Ignacio. Las exposiciones se extienden a partir de los alrededores de el Rancho el Carrizo hasta el borde sur - este - de la Sierra de Sta. Clara.

Así mismo está expuesta en forma casi continua desde el Rancho San Angel hasta el Arroyo San Juan en la parte sur del área de estudio; las principales exposiciones están en las desembocaduras de los -- arroyos: San Ignacio, San Joaquín, San Ramón y Patricio lo mismo que en los bordes de las mesas del 40.

Hacia el Sur del arroyo San Juan (fuera del área de estudio) la Formación Bateque se presenta en afloramientos aislados.

En el subsuelo, la Formación Bateque ha sido cortada por los pozos perforados por Pemex en las subcuencas de San Ignacio y Vizcaíno lo mismo que en las perforaciones marinas: Lobo Marino 1, Bateque 1 y Cabrillas 1.

* Litología y Espesor

A continuación se describirá la Formación Bateque en base a su litología por regiones y por pisos - de acuerdo a las secciones estratigráficas medidas; las características paleontológicas y estratigráficas en base a los cuales se pudieron construir las columnas se expondrán posteriormente en el inciso de "Estratigrafía de la Formación Bateque".

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"

Esta sección está compuesta por 8 columnas estratigráficas medidas y ligadas, que van desde la región del contacto con la F. Valle, en las inmediaciones del Rancho El Carri-
zo, hasta la zona de intrusivos andesíticos conocidos co-
mo Domos de Santa Clara.

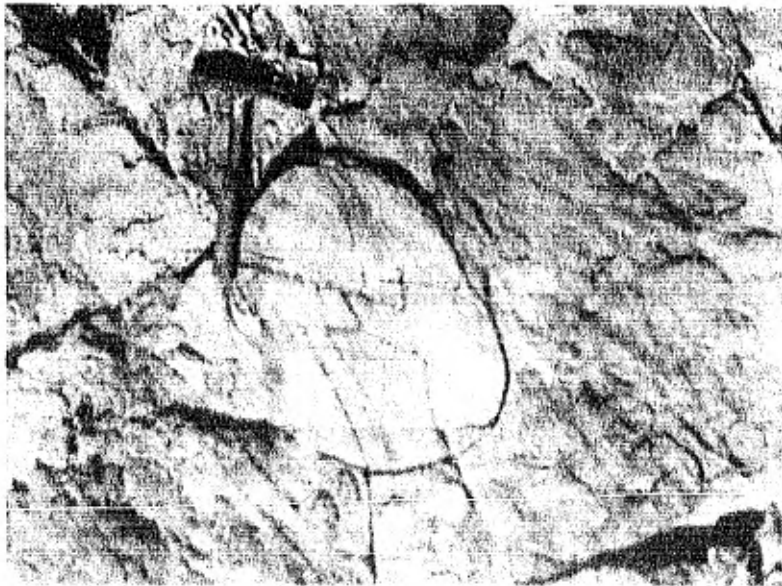
Paleoceno Inferior (Daniano)

La base de la unidad se encuentra cubierta, los primeros afloramientos están compuestos por un paquete de areniscas feldespáticas de grano medio y fino, de elementos subangu-



Arriba: Medición de Columnas.

Abajo: Bolas de arena en limolitas.



losos de cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca. Son inmaduras, micáceas, de color gris verdoso claro que intemperiza en café amarillento y pardusco con tonos rosáceos. Tienen una estratificación delgada que forma capas de 20 a 40 cm. de espesor. Estos materiales se intercalan con areniscas de grano fino bien clasificadas y con cementante calcáreo; son compactas, de color gris verdoso claro que intemperiza en tonos amarillentos, muestran una estratificación laminar y se presentan en capas delgadas de 5 a 15cm. Los materiales intercalados contienen algunas vetillas de calcita y yeso epigenético. Forman -- exclusivamente los primeros 15.50 m. expuestos.

A continuación por un espacio de 272.70m. predomina una sección de materiales finos compuesta por una alternancia de paquetes de lutitas y otros formados por intercalaciones de lutitas y limolitas silicificadas, con algunos lentes y concreciones de margas y limolitas calcáreas.

Las lutitas forman paquetes de varios metros de espesor, son de color café claro que intemperiza en verde pistache claro, plásticas, ffsiles y astillosas; se presentan con una estratificación delgada a laminar. A través de la sección se aprecian yesos aparentemente epigenéticos y algunos horizontes con un contenido reducido de microfósiles.

Las intercalaciones de lutitas y limolitas silicificadas, son de color gris verdoso claro que intemperiza en gris claro, café claro amarillento y pardo rojizo. Los sedimentos tienen una estructura compacta, fractura astillosa y concoidal y lustre porcelanado; se presentan en horizontes delgados de 0.5 a 5cm. Eventualmente, se distinguen vetillas de calcita, dentritas de óxidos de manganeso y yeso epigenético.

A lo largo de la secuencia destacan por su dureza un conjunto de estructuras concrecionales de formas ovaladas, compuestas por limolitas calcáreas y margas compactas de color gris que intemperiza en beige amarillento.

Los últimos 9.5cm correspondientes al Daniano, están compuestos hacia la base por 3m. de areniscas gravillentas de grano grueso subanguloso. El paquete es masivo y micáceo, tiene un color de intemperismo gris amarillento claro y contiene abundantes gravas redondeadas de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Los últimos 6.5m, están formados por un conglomerado polimictico de forma lenticular de elementos redondeados a subangulosos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, en donde predominan las formas ovaladas. Estos clastos tienen diámetros que varían de 35 cm a 3 mm y constituyen el 70% del volumen total de la roca. La matriz es arenosa, mal clasificada,

delezneable y sin cementante. En éstas rocas se ha encontrado macrofauna típica del Paleoceno Inferior (GYMSA, -- 1973-1974).

Paleoceno Superior (Thanetiano)

El Thanetiano está representado en la sección "A", por una secuencia de 798.10 m. de espesor.

Los 96.80 m basales, están constituidos por areniscas masivas cuarzo-feldespáticas, inmaduras y micáceas de color gris verdoso, los granos son subangulosos a subredondeados de tamaño medio. Los materiales se presentan en capas gruesas hasta de 150 cm de espesor, son generalmente delezneables y muestran concentraciones de cementante de tipo calcáreo que forman concreciones resistentes a la erosión.

Subiendo estratigráficamente, las areniscas se vuelven de grano fino, mejor seleccionadas, en bancos gruesos y masivos que se intercalan con capas delgadas de limolitas delezneables de color café rojizo al intemperismo, y con lutitas de color verde grisáceo en horizontes delgados.

En los 232 m sobreyacentes predomina una sección compuesta por intercalaciones de limolitas, lutitas y areniscas de grano muy fino. Los materiales se presentan en capas delgadas de 2 cm promedio, son delezneables, salobres, de

color verde grisáceo claro que intemperiza en tonos claros. Eventualmente, se intercalan algunos horizontes muy delgados de margas. En la parte media del espesor mencionado, destaca la presencia de unas lentes delgadas de -- mudstones arcillosos de color gris claro que intemperizan en crema y amarillo ocre, la estructura es densa y compacta y contienen fragmentos de madera petrificada.

Los 262 m suprayacientes, están compuestos por una alternancia de paquetes de areniscas de grano medio y fino y limolitas arenosas. Las areniscas de grano medio se presentan hacia la base del sector, son de color verde grisáceo claro que intemperiza en ocre y café oscuro, inmaduras, cuarzo-feldespáticas, micáceas y de elementos subangulosos a subredondeados; muestran una estratificación masiva y una estructura medianamente compacta con cementante calcáreo. Localmente se observan fracturas rellenas por calcita y concreciones ferruginosas. Las areniscas de grano fino predominan en éste tramo de la sección, son de color gris verdoso claro que intemperiza en café amarillento; por lo general, son delezneables, porosas y permeables, aunque localmente se encuentran medianamente compactadas. Los materiales muestran una cementación de tipo diferencial, un alto contenido de micas, concentraciones de óxidos de hierro, concreciones arenosas con cementante calcáreo hasta de 2m de diámetro y en forma local, una gran

cantidad de fragmentos de troncos petrificados; la estratificación va de masiva a delgada de 2 m a 30 cm de espesor. Las limolitas arenosas, son de color gris verdoso que intemperizan en tonos amarillentos, se encuentran dispuestas en capas delgadas de 5 a 25 cm sensiblemente laminadas y en forma local, con estratificación ondulada. Los materiales son semiplásticos, friables, calcáreos y ocasionalmente salobres; algunas capas presentan rizaduras sobre los planos de estratificación.

Eventualmente, se observan algunas lentes de poco espesor de conglomerados polimícticos de elementos redondeados y matriz arenosa.

Los 207.30 m superiores que complementan el espesor total del Thanetiano, están constituidos por limolitas y areniscas de grano fino interestratificadas. Las limolitas son de color gris verdoso que intemperiza en café claro amarillento y verde pálido, semiplásticas y medianamente compactas a delezneables. Por lo general, la estratificación es delgada de 4 a 15cm, localmente los materiales son calcáreos, salobres y ricos en contenido microfaunístico. Las areniscas de grano fino, son de color gris verdoso que intemperiza en café claro amarillento y beige; tienen una estructura compacta y porosa con cementante calcáreo; se encuentran dispuestas en capas que varían de 5 a 150 cm de

espesor, predominando la estratificación delgada; localmente se aprecian gradaciones de los elementos, estratificación ondulada, calcos espatulados y calcos de carga. De la misma forma, se distinguen concentraciones de óxidos a lo largo de horizontes porosos y permeables, concreciones ferruginosas y cristales de yeso de tipo epigenético. Eventualmente, se intercalan capas muy delgadas de 2 a 6 cm de lutitas plásticas fisiles.

Eoceno Inferior (Ypresiano)

El Ypresiano está representado en la sección "A" por una secuencia incompleta de 504.20 m de espesor.

Los 14 m basales tienen las mismas características litológicas que la cima del Thanetiano, descrita en el párrafo precedente.

A continuación y por los 490.20 m restantes, predomina una sección compuesta por areniscas de grano medio, localmente fino, que se intercalan con limolitas y lutitas. Las areniscas son de color gris verdoso que intemperizan en tonos más claros y café claro amarillento, tienen una estructura deleznable y porosa, son micáceas, inmaduras, mal seleccionadas, cuarzo-feldespáticas, ligeramente calcáreas y con un considerable contenido de concreciones ferruginosas y arenosas. Se presentan con una estratificación masiva, lo

calmente gradada, y en bancos de 80 a 300 cm. de espesor. Estos materiales forman paquetes gruesos, en otras ocasiones se intercalan con horizontes delgados de limolitas o lutitas. Estas dos últimas rocas, son de colores gris verdoso y beige que intemperizan en tonos más claros y café claro amarillento; los materiales son por lo general calcáreos, medianamente compactos, semiplásticos y de estratificación delgada de 1 a 20 cm. En forma local, se aprecia estratificación ondulada, calcos de carga, concreciones, lentes arenosas, concentraciones de micas y microorganismos.

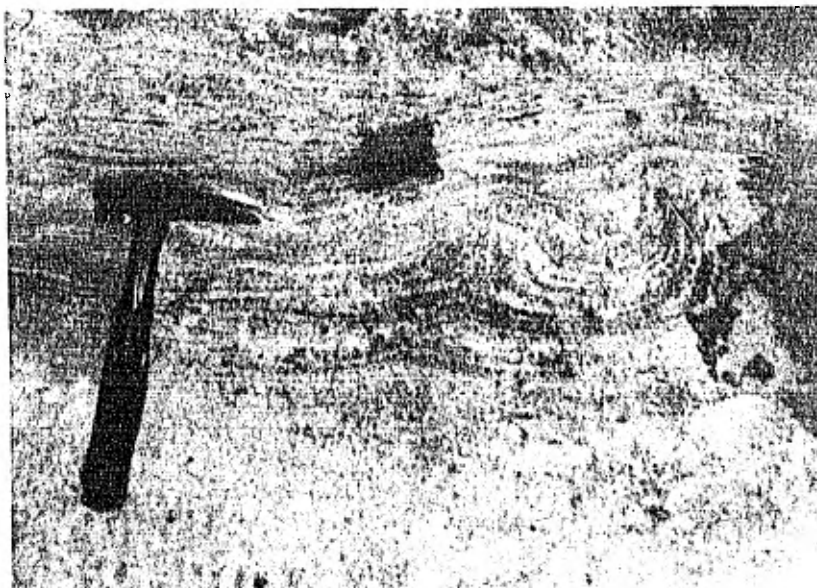
A partir de este sector, aflora un conjunto de domos andesíticos que deforman a la secuencia, situación que impidió la continuación de la medición sistemática de la formación. Sin embargo, se detallaron algunas columnas aisladas a rumbo del echado regional, con la intención de cubrir todo el sector aflorante de la F. Bateque.

De esta manera, las columnas estratigráficas D-4, A-1 y P-4 representan a la porción alta del Eoceno Inferior (Ypresiano), están compuestas generalmente por intercalaciones de areniscas de grano fino y medio, lutitas y limolitas arenosas. Las areniscas son de color gris verdoso claro que intemperiza a gris claro y café claro amarillento, los granos son subangulosos a subredondeados de tipo cuarzo-feldespáticos, tienen una estructura deleznable y porosa, y se en-

cuentran dispuestas en capas delgadas de 1 a 25 cm; eventualmente se presentan en bancos aislados de 1 m de espesor. Las capas muestran en forma local, gradación de los elementos y estratificación ondulada, concentraciones de micas y una cementación diferencial por carbonatos. Las lutitas son de color gris verdoso y verde olivo que intemperizan en gris claro; la estructura de los materiales varía de ffsil y plástica a compacta con fractura concoidea; se presentan en capas delgadas de 10 a 20 cm con estratificación laminar. Ocasionalmente se aprecian vetillas de yeso y concentraciones de carbonatos y sales en los sedimentos. Existen algunos horizontes delgados de 3 cm de limolitas arenosas de color café claro con estratificación ondulada.

En la localidad donde se midió la columna P-3(a), se registra el paso del Eoceno Inferior (Ypresiano) al Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano), en ese nivel estratigráfico se conjuntan características litológicas iguales a las descritas en el párrafo anterior.

En las columnas estratigráficas G-3 y G-4, ubicadas en las inmediaciones del campamento sísmológico NES-16 (fuera del Area), se presentan sedimentos correspondientes al Eoceno Superior (Priaboniano). Este sector está compuesto por areniscas de grano fino que localmente se intercalan con limolitas arenosas. Las areniscas de grano fino son micá-



Arriba: Estructuras Formadas por compactación diferencias . Se aprecian las laminaciones.

Abajo: Estructuras de carga y bolas de arena.



ceas, de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros de gris y café amarillento; los materiales son masivos, medianamente compactos a deleznables, porosos, permeables y salobres, presentan concreciones ferruginosas, vetillas de calcita y yeso, y algunas lentecillas de gravas bien redondeadas derivadas de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. De manera local, se observa gradación de los elementos y estratificación cruzada. Las limolitas arenosas muestran una estratificación laminar y gradada, son plásticas, medianamente compactas y salobres, se presentan en capas intercaladas de 20 a 50 cm.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "a"

En el sector correspondiente a la margen occidental de la Laguna de San Ignacio, se midió la columna representativa de liga nominada "a". En esta localidad se recorrió un espesor de 39 m de la F. Bateque que pertenece al Eoceno Inferior (Ypresiano). La sección expuesta está formada por intercalaciones de limolitas arenosas, lutitas limosas, areniscas de grano fino limosas, lutitas calcáreas y algunos horizontes limo-arenosos fosilíferos, en la cima destaca un paquete de areniscas de grano medio.

Las limolitas arenosas son calcáreas de color gris verdoso claro que intemperiza en verde amarillento, tienen una estructura medianamente compacta y sensiblemente plástica, y

una estratificación delgada de 5 a 20 cm, gradada, laminar y convoluta. Se observan algunas gravas intraformacionales incluidas en los materiales, concentraciones de óxidos de hierro a lo largo de los planos laminados, pequeñas lentes con pedacería de fósiles y vetillas de calcita.

Las lutitas limosas son del mismo color, plásticas y gradadas; se presentan en capas delgadas de 5 a 20 cm. Las areniscas de grano fino limosas son calcáreas de color gris verdoso claro que intemperiza en gris pardusco, compactas, gradadas y laminadas; se presentan en capas delgadas 10 cm promedio, contienen vetillas de yeso y concentraciones de óxidos de hierro.

Eventualmente, se presentan algunos horizontes delgados (4 a 8 cm), de materiales limo-arenosos con un alto contenido de fragmentos de fósiles, en donde destacan: pelecípodos, gasterópodos, dientes de tiburón, vértebras de peces y tallos de crinoideos. De la misma forma, se observan capas delgadas de 5 a 15 cm de lutitas calcáreas con estratificación laminar; los materiales son plásticos, de color gris claro, con vetillas de calcita y localmente fósilíferos.

Hacia la cima destaca un banco masivo de arenisca de grano medio, cuarzo-feldespática, inmadura, de color gris verde-

so claro, de elementos subredondeados a subangulosos, porosa, permeable, sin cementante y medianamente compactada.

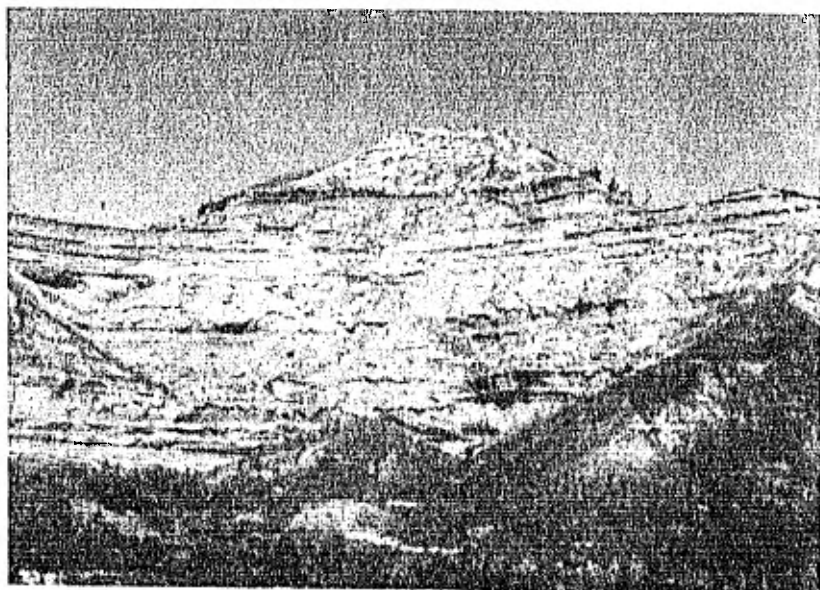
SECCION ESTRATIGRAFICA "B"

Esta sección está compuesta por 13 columnas estratigráficas medidas y ligadas, que van desde la margen oriental de la laguna de San Ignacio hasta la desembocadura del Arroyo San Ramón, localidad en donde la F. Bateque se encuentra cubierta discordantemente por sedimentos miocénicos.

Eoceno Inferior (Ypresiano)

El Ypresiano está representado en la sección "B", por un espesor incompleto (no aflora la base) de 199.75 m.

Los 170.95 m inferiores están compuestos por limolitas y limolitas arenosas. Ambos materiales son de color gris verdoso que intemperiza en gris y café claro amarillento, tienen una estructura medianamente compacta y semiplástica, localmente deleznable; se presentan en capas delgadas a medias de 5 a 60 cm, la mayoría de los estratos muestran gradación de los elementos, estratificación ondulada y calcos de carga; a lo largo de la sección destaca una gran cantidad de concreciones arenosas y ferruginosas, y



Dos afloramientos de la Formación Bateque frente a la Laguna de San Ignacio (Sección B)



acumulaciones de óxidos de hierro a lo largo de los planos laminados. Por lo general, los sedimentos son calcáreos, micáceos, salobres y fosilíferos, destacando entre los organismos presentes un alto volumen de macroforamíferos del género *Discocyclinidae*. Ocasionalmente y hacia la cima del sector, se presentan algunos horizontes delgados de arenisca de grano medio a muy fino, inmadura, calcárea, rica en contenido fosilífero.

Los 28.80 m superiores, están formados por areniscas de grano fino con una cementación calcárea de tipo diferencial, son de color verde olivo grisáceo que intemperiza en tonos más claros, se encuentran dispuestas en capas que varían de 20 a 100 cm de espesor; los materiales tienen estructuras compactas a medianamente compactas, presentan una incipiente gradación de los elementos; acñamientos laterales de las gradaciones, estructuras de corte relleno y, localmente, estratificación cruzada y ondulada. Contienen una gran cantidad de organismos, entre los que destacan: discocyclinas, equinodermos, fragmentos de ostreas, gasterópodos, tallos de crinoideos, icnofósiles, dientes de tiburón, fragmentos de vertebrados marinos y espículas. Eventualmente, se distinguen pequeñas lentejillas de arenas gradadas con estratificación cruzada.

Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano)

El Lutetiano-Bartoniano está representado en la sección "B", por un espesor de 122.05 m compuestos por una alternancia de limolitas, areniscas de grano fino y muy fino y algunos horizontes delgados de lutitas limosas. Las limolitas, son de color gris claro verdoso que intemperiza en café claro amarillento y crema, localmente arenosas, tienen una estructura medianamente compacta y semiplástica, se presentan en capas y bancos de 30 a 375 cm de espesor; la estratificación es masiva localmente gradada. Los materiales contienen algunas lentecillas de arcilla, micas, cementante calcáreo introducido de manera diferencial, concentraciones irregulares y concreciones de óxidos de hierro, horizontes delgados de yeso, y un alto contenido de microfauna y macroorganismos. Las areniscas de grano fino y muy fino, son de tipo cuarzo-feldespático, de color gris claro ligeramente verdoso que intemperizan en café claro amarillento, gris pardusco y crema; la estructura varía de compacta a deleznable y porosa, se presentan en capas y bancos de 30 a 200 cm de espesor; la estratificación es masiva, localmente gradada, con abundantes concreciones de óxidos de hierro, micas, microfósiles y macroorganismos, entre éstos últimos destacan por su cantidad: ostreas, gasterópodos, equinodermos, pelecípodos, discocyclinas, espículas, tallos de crinoideos, dientes de tiburón, vertebras de peces y algunos icnofósiles.

Las lutitas limosas, se presentan ocasionalmente en horizontes delgados de 5 cm. que se intercalan con las limolitas, son de color gris verdoso claro que intemperiza en gris claro; los materiales son calcáreos, medianamente compactados y plásticos, con un abundante contenido de microfauna.

Eoceno Superior (Priaboniano).

El Priaboniano está representado en la sección "B", por un espesor incompleto de 509.40 m. el contacto superior con sedimentos miocénicos en una discordancia de tipo angular, sin embargo, se considera que la sección no expuesta se vuelve predominante arenosa, está compuesta esencialmente por una alternancia de areniscas micáceas de grano medio, fino y muy fino, limolitas, limolitas areno-arcillosas y conglomerados polimicticos.

Las areniscas micáceas de grano medio, fino y muy fino, son de color gris claro verdoso y café claro amarillento que intemperizan en amarillo ocre, pardo grisáceo y, localmente, en anaranjados pálido y rosado cuarzo-feldespáticas y micáceas, tienen una textura epiclastica arenítica bien seleccionada y una estructura que va de medianamente compacta a delezneable y porosa sin cementante. Por lo general, la estratificación es masiva, aunque en algunas capas se distingue estratificación gradada y ondulada, lamina

naciones de micas, concreciones ferruginosas y arenosas (cementante calcáreo), concentraciones irregulares de óxidos de hierro y pequeñas lentes de intraclastos. Se presentan en bancos de 800 a 30 cm de espesor, cuando se intercalan con otros materiales forman capas de 10 a 60 cm. En algunas de estas capas se aprecian rellenos posteriores de sales, calcita o yeso. Mineralógicamente están compuestas por fragmentos de cuarzo, andesina-oligoclasa, biótita, microclina, fragmentos de rocas volcánicas intermedias y ácidas cloritizadas y argillitizadas y minerales arcillosos.

Las limolitas y limolitas areno-arcillosas, son de colores gris verdoso amarillento que intemperiza en café claro amarillento, ocre y gris cenizo; la textura de epiclástica limolítica y la estructura varía de plástica a compacta y masiva. Los materiales muestran localmente, una estratificación gradada, laminada y ondulada, lenticillas de arcillas, bioperturbaciones, concreciones ferruginosas y calcáreas, micas y concentraciones de óxidos de hierro a lo largo de los planos laminados. Eventualmente, se observan capas saturadas por sales, vetillas de yeso secundario y algunos horizontes con macrofauna. La roca está compuesta mineralógicamente por fragmentos muy finos de cuarzo, feldespatos, minerales arcillosos y calcita de introducción posterior. Se encuentran dispuestas en capas

de 20 a 80 cm de espesor cuando se intercalan con las areniscas descritas, y en bancos de 1 a 3 m cuando se presentan solas.

Los conglomerados polimicticos, son epiclásticos y extraformacionales, de guijarros bien redondeados a redondeados, las formas predominantes son esferoidal y discoidal, provenientes de rocas volcánicas (basalto y andesita), síliceas (Pedernal y cuarcita), plutónicas (granito, granodiorita, diorita), metamórficas (anfíbolitas, metavolcánicas, piroxenitas) y sedimentarias (areniscas). Los elementos tienen diámetros que varían de 1 a 15 cm, con una media muy predominante de 3 a 6 cm, constituyen del 50 al 95% de la roca, siendo el porcentaje mas común el 80%.

Los guijarros se encuentran incluidos en una matriz arenolimsa y gravillenta de color amarillo verdoso claro que intemperiza en ocre y gris, medianamente compacta con una cementación calcárea de tipo diferencial. Se presentan en bancos continuos que van de 10 a 150 cm de potencia, en algunas localidades se acúñan lateralmente formando lentes angostos y extensos.

El conjunto de materiales descritos del Priaboniano, se caracteriza por formar una secuencia detrítica de granulometría mas gruesa que la presente en pisos infrayacentes, por carácter de fauna fósil, contener grandes volúme-

nes de micas y altos grados de porosidad y permeabilidad que han permitido la saturación de sales, sílice y yesos epigenéticos.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "b"

En el sector occidental de las Mesas del Cuarenta se midió la columna representativa de liga "b". En esta localidad se recorrió un espesor de 185.50 m de la F. Bateque. Este sector de la unidad se ubica entre la porción superior del Eoceno Inferior (Ypresiano) y la correspondiente al Eoceno Medio en su fase temprana (Lutetiano). De la sección expuesta, los 113.20 m inferiores pertenecen al Ypresiano y los restantes 72.30 al Lutetiano. En ambos pisos predominan intercalaciones de areniscas de grano fino y muy fino, limolitas arcillosas y horizontes delgados de grainstones fosilíferos y arenosos.

Las areniscas de grano fino y muy fino, son de color gris verdoso que intemperiza en café claro amarillento, en tonos más claros de gris y ocre; la estructura es medianamente compacta a deleznable, porosa y permeable. Los materiales son calcáreos, micáceos y fosilíferos, destacando fragmentos de equinodermos, turritélidos, pelecípodos, discocyclinas, ostreas, tallos de crinoides, dientes y vertebras de peces y microfauna. Ocasionalmente, se observan vetillas de yeso secundario y concentraciones irre-

gulares de óxidos de hierro. Los sedimentos presentan una estratificación masiva, localmente gradada y laminar, se presentan en capas de 10 a 300 cm de espesor.

Las limolitas arcillosas, son de color gris verdoso que intemperiza en amarillento, su estructura varía de medianamente compacta a deleznable, se encuentran dispuestas en capas y bancos de 20 a 400 cm, localmente muestran estratificación laminar y cruzada, y concreciones ferruginosas; son calcáreas, micáceas y fosilíferas (discocyclinas, pelecípodos, gasterópodos, ostreas, icnofósiles y microfauna).

Ocasionalmente se presentan algunos horizontes delgados de 20 a 40 cm de grainstones fosilíferos arenosos. Los organismos se encuentran fragmentados, predominan: gasterópodos, pelecípodos, equinodermos, tallos de crinoides, huesos de peces, espículas y discocyclinas. Se encuentran incluidos en una matriz areno-limosa con abundante cemento calcáreo.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "c"

En la porción occidental de las Mesas del Cuarenta, se midió la columna representativa de liga "c". En esa localidad se recorrió un espesor de la F. Bateque de 134.60 m.

De estos, los 6.60 m inferiores corresponden al Eoceno Inferior (Ypresiano) y los restantes 128 m superiores al fo-

ceno Medio (Lutetiano-Bartoniano). La secuencia está constituida en forma genérica, por una alternancia de paquetes de 10 a 30 m de espesor de areniscas de grano medio y fino y limolitas.

Las areniscas de grano medio y fino son cuarzo-feldespáticas, de color gris verdoso y café grisáceo que intemperiza en tonos mas claros de gris y crema, tienen una estructura compacta a deleznable con una cementación calcárea de tipo diferencial, la estratificación es masiva, localmente se observan gradaciones de los materiales y estratificación convoluta.

De la misma forma destacan algunas concreciones arenosas y ferruginosas, hojuelas de mica, vetillas de yeso epigenético, micro y macrofósiles. Se presentan en capas y bancos de 20 a 150 cm de espesor.

Las limolitas, son de color gris verdoso que intemperiza en café claro amarillento, crema y gris claro, en ocasiones son arenosas y en otras arcillosas, tienen una estructura medianamente compacta, localmente son laminares y gradadas, aunque por lo general, se presentan en capas y bancos que varían de 5 a 400 cm. Los materiales presentan cementante calcáreo y abundante micro y macrofauna.

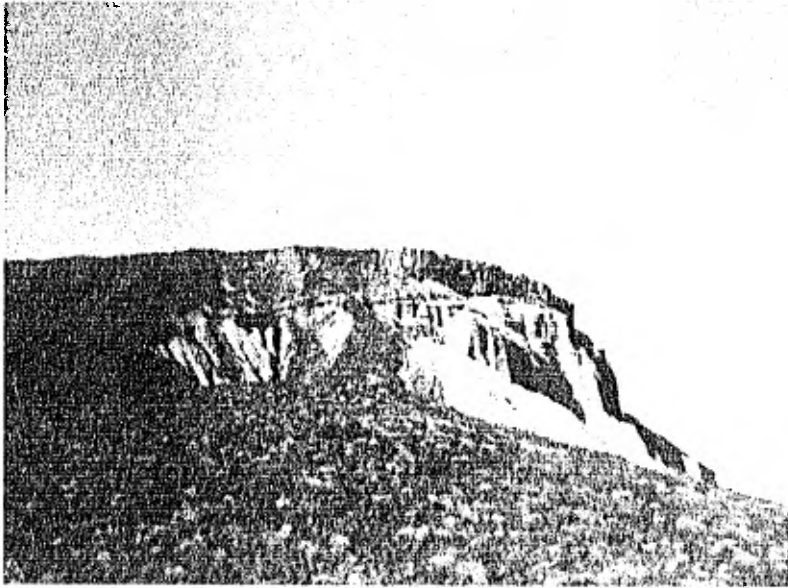
Algunos de los paquetes mencionados están formados por interestratificaciones de las areniscas y limolitas descritas, constituyendo capas de 30 a 200 cm.

SECCION ESTRATIGRAFICA "C"

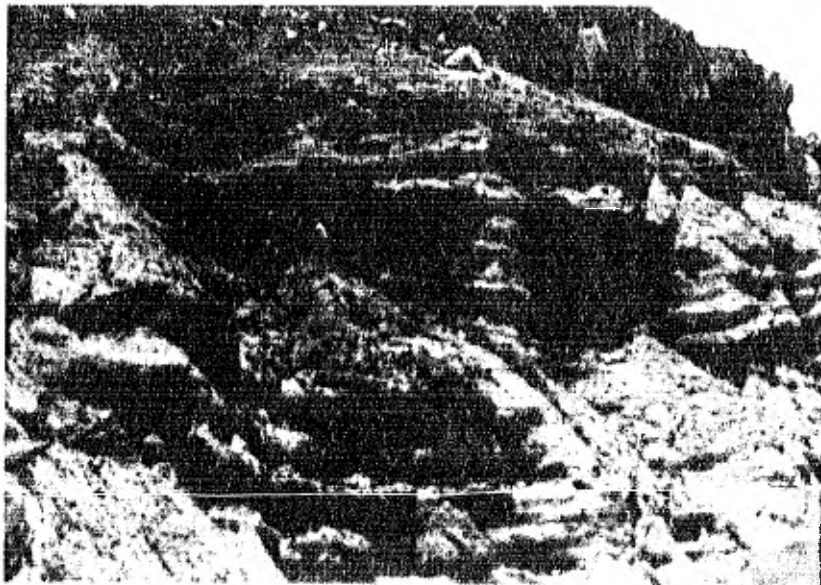
La sección está compuesta por 6 columnas estratigráficas medidas y ligadas que van desde la desembocadura del Cañón del Cuarenta, en la parte media de las mesas que llevan el mismo nombre, hasta los últimos afloramientos de la F. Bateque ubicados al NE del Rancho El Cuarenta. En esta localidad se midió un espesor estratigráfico de 511.80 m, de éstos, los 73.30 m inferiores corresponden al Eoceno Inferior (Ypresiano), los 256.90 m intermedios al Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano), y los 181.40 m superiores al Eoceno Superior (Priaboniano).

Eoceno Inferior (Ypresiano)

El Ypresiano está representado en la sección "C" por un paquete de lutitas limosas de color verde amarillento claro que intertemperiza en tonos mas claros; calcáreas, medianamente compactas y semiplásticas. Muestran un abundante contenido de microfauna, vetillas de yeso y calcita de introducción posterior, y algunas concentraciones irregulares de óxidos de hierro. Se presentan en capas de 40 cm de espesor con una incipiente laminación de los materiales.



Afloramientos de la Formación Bateque en la Zona de Mesas del 40.



Eventualmente, se intercalan con horizontes delgados de limolitas de color café claro.

Subiendo estratigráficamente, predominan capas de 40 a 120 cm de limolitas de color gris verdoso claro que intemperizan en gris claro y crema amarillento. Los sedimentos son calcáreos, medianamente compactos, semiplásticos, localmente fosilíferos (micro y macrofauna) y concrecionales.

Abundan numerosas vetillas de yeso que cortan los planos de estratificación y rellenan fracturas. Algunos horizontes son arenosos, particularmente hacia la cima del piso en cuestión.

Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano)

Hacia la porción basal de este piso se presentan intercalaciones de limolitas iguales a las descritas en el párrafo anterior y areniscas de grano muy fino con características semejantes; en capas de 10 a 120 cm. En este sector se observa una serie de paleocanales definidos por materiales arenosos que se acuñan con los materiales mencionados. A partir de esta localidad y por un espacio estratigráfico de 100.50 m, predomina una alternancia de paquetes de 22 a 9 m de limolitas arcillosas y areniscas de grano fino limosas.

Las limolitas arcillosas son de color gris verdoso claro que intemperiza en gris amarillento; parcialmente calcáreas, con estratificación delgada y localmente fosilíferas. Las areniscas de grano fino limosas, son de color gris verdoso y amarillo que intemperizan en beige verdoso y gris claro; tienen una estructura medianamente compacta, porosa y parcialmente calcárea, desarrollándose concreciones de este mineral. Los materiales se presentan con una estratificación gradada y masiva, muestran concentraciones de óxidos de hierro, vetillas epigenéticas de yeso y algunos horizontes ricos en macrofauna, destacando: discocyclinas, ostreas, turritélidos y equinodermos.

A continuación y por un espacio estratigráfico de 156.40 m, que complementan el espesor total del Eoceno Medio, se presenta una alternancia de bancos gruesos de areniscas de grano fino, limolitas arenosas y algunas capas de grainstones fosilíferos arenosos.

Las areniscas de grano fino son cuarzo-feldespáticas, calcáreas, compactas y medianamente compactas; de color gris verdoso y gris claro que intemperizan en amarillo ocre y blanco. Localmente son fosilíferas, micáceas y concrecionales, se presentan en capas gradadas que varían de 5 a 150 cm. Las limolitas arenosas se encuentran dispuestas en capas de 40 a 60 cm; por lo general, tienen una estrati

ficación gradada y concentraciones de macrorrganismos en algunos horizontes.

Los grainstones fosilíferos arenosos, se ubican en bancos aislados de 60 a 250 cm de potencia. Los materiales son compactos y resistentes con cementante calcáreo; de color beige ligeramente verdoso que intemperiza en blanco. Están constituidos por fragmentos de fósiles entre los que destacan: ostrácodos, pelecípodos, fragmentos de huesos de peces, equinodermos, discocyclinas y microfósiles, elementos clásticos del tamaño de las arenas y calcita.

Eoceno Superior (Priaboniano)

En este sector aflora una secuencia de 181.40 m correspondientes al Priaboniano, en ellas destacan paquetes de areniscas micáceas de grano fino y muy fino, limolitas arcillosas y algunas capas delgadas de conglomerados polimicticos.

Las areniscas micáceas de grano fino y muy fino, son de color gris verdoso claro que intemperiza en café claro amarillento; cuarzo-feldespáticas, salobres y parcialmente calcáreas. La estructura es medianamente compacta a deleznable, porosa y masiva con una incipiente gradación de los elementos, localmente se aprecian ondulaciones de los mismos. Eventualmente se distinguen concreciones are

nosas y ferruginosas, vetillas de yeso secundario y macrofósiles. Se presentan en capas de 20 a 40 cm y bancos de varios metros de espesor.

Las limolitas arcillosas tienen una estratificación gradada; son de color gris verdoso oscuro que intemperiza en café claro amarillento, calcáreas, medianamente compactas, semiplásticas y parcialmente fosilíferas (moldes externos de pelecípodos).

Los conglomerados polimicticos forman capas delgadas menores de 40 cm; son extraformacionales, de elementos bien redondeados a redondeados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias; los diámetros varían de 2 a 5 cm, constituyen el 50% de la roca y están incluidos en una matriz arenosa medianamente compacta con cementante calcáreo.

SECCION ESTRATIGRAFICA "D"

La sección está compuesta por 5 columnas estratigráficas medidas y ligadas, que van de la porción suroriental de las Mesas del Cuarenta hasta el último afloramiento de la F. Bateque sobre el Arroyo de las Vacas. En esta localidad se recorrió un espesor estratigráfico de 405 m, de éstos los 241.70 m inferiores corresponden al Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano) y los 163.30 m de la cima al Eoceno Superior (Priaboniano).

Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano)

El Lutetiano-Bartoniano está representado por un conjunto de limolitas y lutitas hacia su porción basal y una alternancia de limolitas arenosas, areniscas de grano medio a fino y algunas capas de grainstones fosilíferos arenosos hacia su parte superior.

Las limolitas y lutitas de los 184.90 m basales son de color gris verdoso claro que intemperiza en café claro amarillento; medianamente compactas, semiplásticas y calcáreas. Se presentan en bancos de varios metros de espesor en donde destaca una incipiente gradación y laminación de los materiales. Ocasionalmente, se observan concentraciones de óxidos de hierro, vetillas de yeso epigenético y algunos horizontes con un alto contenido de fósiles entre los que destacan: turritélidos, ostreas, pelecípodos, huesos de peces, discocyclinas y microorganismos.

La alternancia de limolitas arenosas, areniscas de grano medio a fino y grainstones forman un espesor de 56.80 m. Las limolitas arenosas son calcáreas, de color gris verdoso claro que intemperiza en café claro amarillento. Los materiales tienen una estructura medianamente compacta a deleznable, semiplástica y porosa; muestran gradación de los elementos, concreciones arenosas y concentraciones de óxidos de hierro. Las areniscas de grano medio a fino son micá-

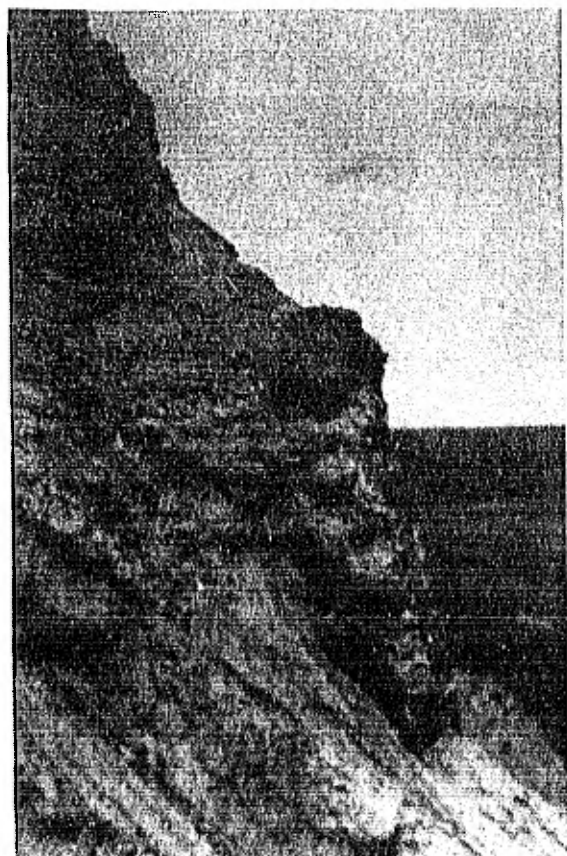
ceas, de elementos subangulosos a subredondeados, masivas aunque localmente se distinguen gradaciones y laminaciones, estratificación ondulada, volcada, convoluta y bioperturbaciones. Los grainstones fosilíferos arenosos, se presentan en capas gruesas compactas; están constituidos por fragmentos de pelecípodos, ostreas, gasterópodos, tallos de crinoideos y equinodermos incluidos en una matriz arenosa con cementante calcáreo.

Eoceno Superior (Priaboniano)

El Priaboniano está compuesto en su mitad inferior por una alternancia de areniscas de grano medio a fino, limolitas y conglomerados polimicticos. Las areniscas de grano medio a fino son micáceas, de color gris verdoso que intemperiza en gris claro con tonos amarillentos; tienen una estructura deleznable, masiva, porosa y permeable; se presentan en capas y bancos de 60 a 400 cm de espesor, localmente se aprecian laminaciones de los materiales, algunos calcos de carga, fucoides, concreciones arenosas calcáreas y ferruginosas, bandas de óxidos de hierro alojados en los planos laminados e impresiones de pelecípodos. Las limolitas son de color gris verdoso oscuro que intemperiza en tonos mas claros, los materiales tienen una estructura medianamente compacta y masiva, ocasionalmente se observan pequeñas lentes arenosas saturadas de óxidos de hierro, concentraciones de micas y yeso relleno de pequeñas fracturas.

Los conglomerados son polimícticos y extraformacionales; los guijarros son redondeados derivados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, con diámetros que varían de 0.3 a 10 cm. Estos elementos constituyen el 70% del volumen total de la roca. El porcentaje restante está ocupado por una matriz arenosa con cementante calcáreo. Ocasionalmente se observan algunos pelecípodos e imbrincaciones de los guijarros. Se encuentran dispuestos en bancos continuos de 1 a 2 m de espesor, en algunas localidades de esta región constituyen el relleno de paleocanales de diversas magnitudes.

La mitad superior del Priaboniano está formado predominantemente por areniscas de grano muy fino a medio, cuarzo-feldespáticas y micáceas. Son de color gris verdoso claro que intemperiza en tonos mas claros, tienen una estructura porosa y permeable que varía de medianamente compacta a deleznable. Se encuentran dispuestas en capas que van de 5 a 150 cm, algunas de éstas, muestran gradaciones de los materiales. Por lo general, carecen de cementante, aunque algunas capas presentan evidencias de carbonatos. Eventualmente se distinguen concreciones arenosas, fracturas rellenas por yesos epigenéticos y concentraciones irregulares de óxidos de hierro. Hacia la cima, se intercalan algunas capas delgadas de lutitas laminares de color café grisáceo, limolitas arenosas y conglomerados



Dos afloramientos de la Formación Bateque en la Zona del Rancho Sn. Juan.

iguales a los descritos previamente.

SECCION ESTRATIGRAFICA "E"

La sección está compuesta por 8 columnas estratigráficas medidas y ligadas, que se localizan desde el extremo suroriente de las Mesas del Cuarenta hasta los últimos afloramientos de la F. Bateque sobre el cauce del Arroyo San Juan. En esta localidad se recorrió un espesor estratigráfico de 367.10 m de los cuales los 230.20 m inferiores corresponden al Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano) y los 136.90 m de la cima al Eoceno Superior (Priaboniano).

Eoceno Medio (Lutetiano-Bartoniano)

El Lutetiano-Bartoniano está constituido predominantemente por limolitas y limolitas arenosas entre las cuales se intercalan algunos paquetes de areniscas de grano fino y muy fino.

Las limolitas y limolitas arenosas son de color gris verdoso claro que intemperiza en café claro amarillento y pardo grisáceo; los materiales tienen una estructura medianamente compacta, porosa y permeable. Se presentan en capas de 10 a 150 cm, algunas de éstas muestran gradación de los elementos, laminaciones y estratificación flaser. Localmente los sedimentos son micáceos, salobres y calcáreos;

presentan pequeñas lentes arenosas, yesos rellenando fracturas, concentraciones irregulares de óxidos de hierro y algunos horizontes con gasterópodos, pelecípodos y microfauna.

Las areniscas de grano fino y muy fino son cuarzo-feldespáticas, deleznales a medianamente compactas, porosas, permeables y calcáreas; de color gris verdoso claro que intemperiza en café claro amarillento y gris claro. Por lo general la estratificación es masiva en bancos gruesos, localmente se observan gradaciones de los elementos, laminaciones onduladas, estratificación convoluta y volcada, acuñamientos laterales, pequeñas estructuras de corte y relleno, horadaciones de gusanos, concreciones, lentecillas arenosas, delgados horizontes de conglomerados intraformacionales y vetillas de yesos epigenéticos.

Eoceno Superior (Priaboniano)

El Priaboniano está compuesto por una alternancia de areniscas de grano muy fino a medio que predominan en la sección, algunos paquetes de limolitas y limolitas arenosas, y algunas capas de conglomerados polimicticos.

Las areniscas de grano muy fino a medio son de color gris verdoso que intemperiza en gris claro y café claro amarillento; la textura es psamítica arenosa de grano muy fi-

no a medio, localmente limosa y de manera ocasional gravilenta; los elementos son por lo general, subangulosos a subredondeados; la estructura varía de medianamente compacta a delezneable, porosa y permeable. Los materiales se encuentran dispuestos en capas gruesas de mas de 60 cm y bancos masivos de varios metros de espesor; en forma local, se observan gradaciones de los elementos, una burda estratificación cruzada, concreciones arenosas y ferruginosas, estructuras de flama, calcos de carga, fucoides, acumulación de óxidos de hierro a lo largo de planos laminados y yesos rellenoando pequeñas fracturas. De la misma manera, se distinguen algunas capas micáceas, otras salobres, fosíferas y algunas contaminadas por líticos volcánicos.

Las limolitas y limolitas arenosas se presentan en bancos aislados del 1.5 a 20 m de espesor; son de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros y amarillento; tienen una textura psamítica limosa y localmente limo-arenosa, y una estructura medianamente compacta y semiplástica. Algunos horizontes presentan micas, impresiones de pelectopodos y concentraciones de óxidos de hierro. En forma sumamente limitada se aprecian a estos materiales intercalados con capas muy delgadas de lutitas plásticas de color gris verdoso con una estratificación tipo flaser.

Finalmente, y de manera local, se observan algunas capas

delgadas de conglomerados polimícticos iguales a los de
critos en las páginas anteriores.

-Relaciones estratigráficas

Se estima que durante el paso del Mesozoico al Cenozoico se registró un corto evento de retrabajo subacuático que implica removilización de los sedimentos cretácicos que constituyen el fondo marino. Esta condición pudo haber desarrollado una discordancia que podría ser de tipo erosional y sensiblemente angular. Los sedimentos de la F. Bateque están cubiertos en discordancia erosional y angular por rocas de la Formación Zorra, esta relación aflora en la desembocadura del Arroyo San Ignacio y en la región de las Mesas del Cuarenta, particularmente en la región comprendida entre el Rancho El Cuarenta y el Centro poblado de San José de Gracia.

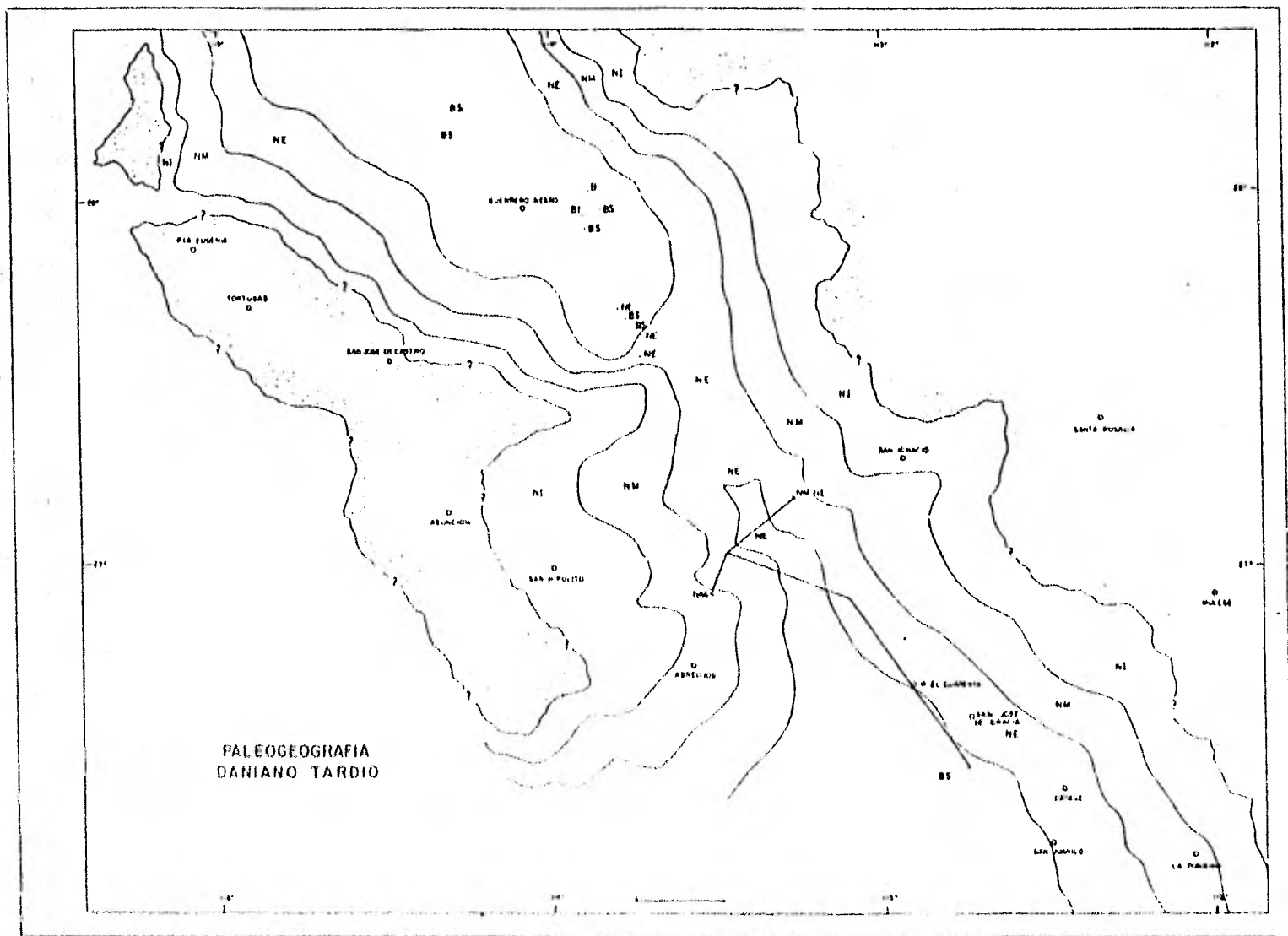
La F. Bateque se encuentra cubierta en discordancia erosional y angular por sedimentos de la F. San Ignacio, este contacto se puede observar en las vecindades del Rancho San Angel, en los Arroyos San Ramón, Jesús María y Patrocinio, y en los extremos noroccidental y suroriental de las Mesas del Cuarenta.

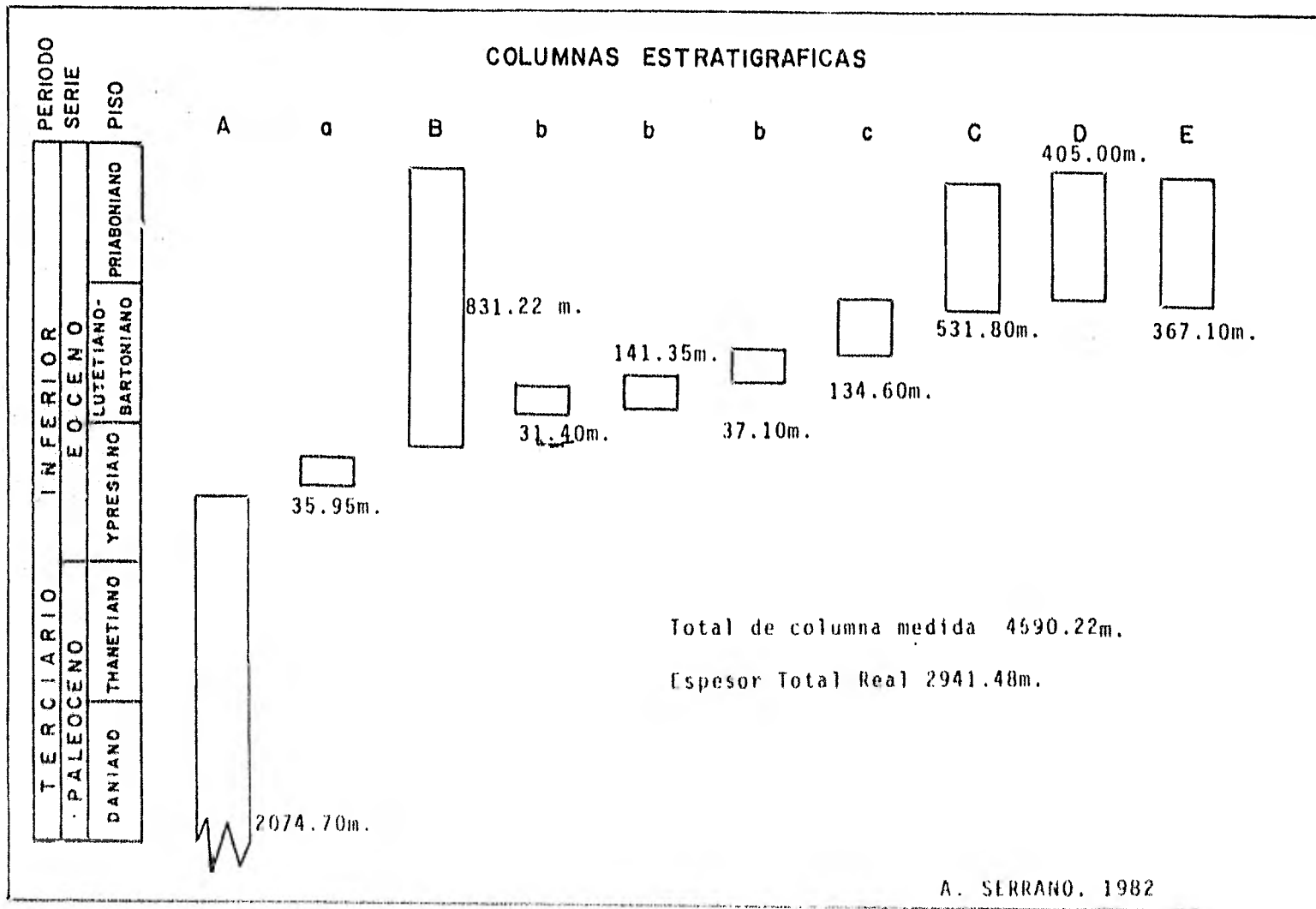
La F. Bateque se encuentra cubierta en discordancia petro

lógica por rocas de la unidad Basaltos de Plateau, esta relación se aprecia en las Mesas del Carrizo y del Cuarenta.

La F. Salada del Plioceno cubre en discordancia erosional y angular a la F. Bateque. Este contacto se manifiesta en las inmediaciones de los Arroyos San Juan y de los Dolores, y en el extremo suroriental de las Mesas del Cuarenta. En forma muy local, se distingue en el Arroyo San Ignacio en la zona de deformación de San sabás.

Terrazas marinas del Pleistoceno y del Cuaternario cubren en discordancia erosional y angular a sedimentos de la F. Bateque. Estas relaciones se observan en las vecindades de la Laguna de San Ignacio.





CORRELACION DE COLUMNAS Y ESPESORES MEDIDOS.

III.2.1.1 SEDIMENTOLOGIA DE LA FORMACION BATEQUE

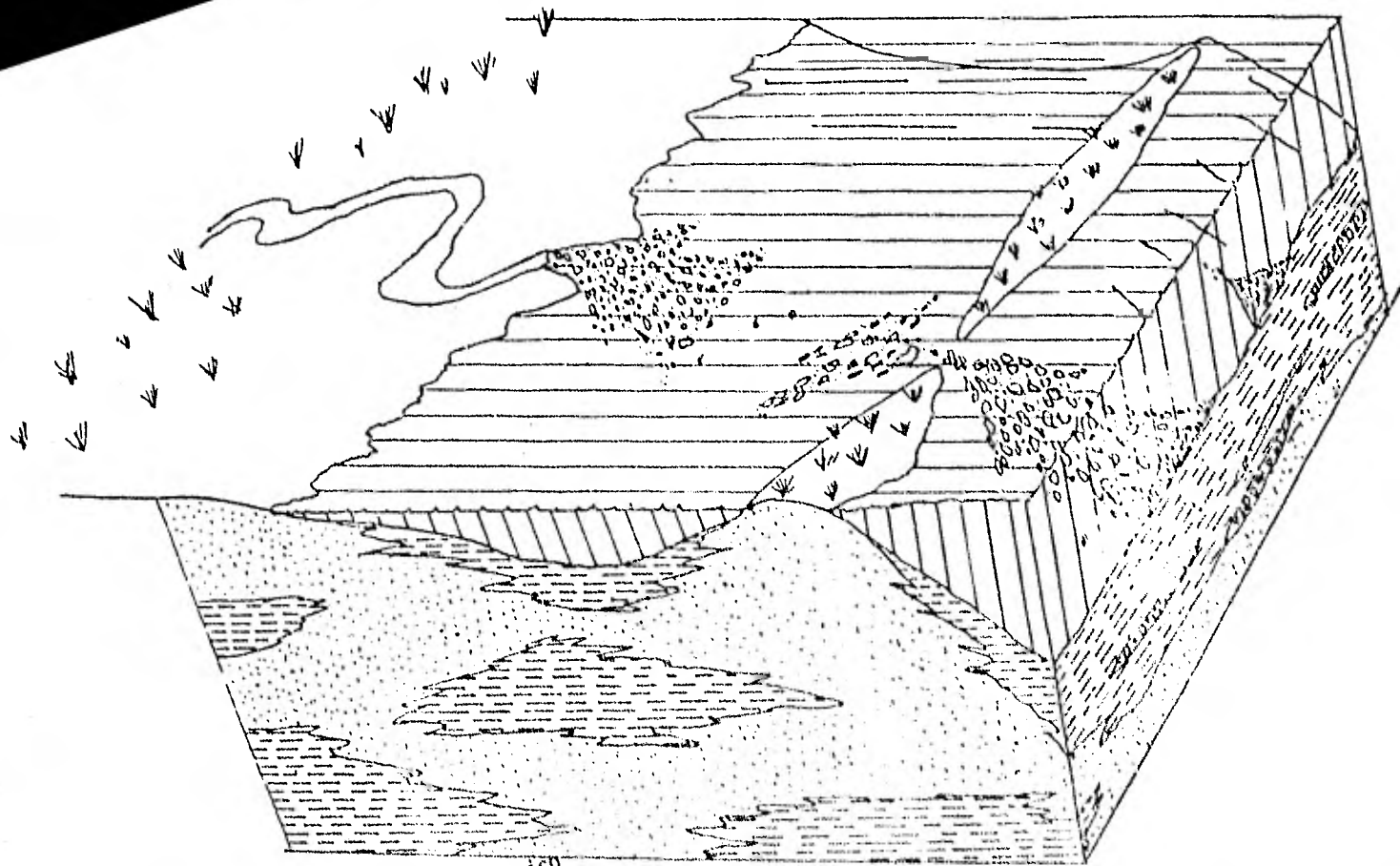
Aunque la Formación Bateque no ha sido realmente objeto de un debate en lo que a sus ambientes deposicionales se refiere si ha habido discrepancias en trabajos anteriores. Se -- le han asignado varias transgresiones y regresiones pero el autor del presente trabajo pone en duda que las haya habido.

Analizando la información ya existente y la recopilada durante este trabajo se ha concluido que la Formación Bateque está formada por depósitos de diferentes ambientes pero que coexisten; esto es, que se han depositado juntas, coexistiendo la - teralmente sin que haya la necesidad de que el mar varfe su nivel para que cambiemos de un ambiente a otro.

Así pues tenemos que los principales ambientes que se han -- identificado en la Formación estudiada son: Ambiente Lagunar; Barra (hacia el mar abierto); Barra (hacia la laguna) y canales de origen fluvial y de mareas. Este conjunto de ambientes nos sugiere una zona con barreras de barras de arena que formaban lagunas en zonas muy próximas a las costas, el clima -- debe haber sido seco ya que no hay un intemperismo químico -- muy marcado en ninguno de los sedimentos. El aporte de los - sedimentos debe haber sido constante y en grandes proporcio-- nes, aunque en algunas partes parecen ser depósitos intermi- tentes (tormentas y huracanes) que luego eran redistribuidos por la acción de las corrientes costeras. La línea de costa debe haber sido muy caprichosa y con una planicie costera -- más ó menos ancha que iba creciendo al paso del tiempo al de- positarse todos los sedimentos a lo largo de ésta.

Por supuesto las barras, los canales y las lagunas deben --- haber cambiado de lugar y de forma tantas veces como las corrientes marinas lo permitieran, produciéndose así la intercalación de ambientes que nos presenta actualmente la Formación Bateque.

Con este modelo sedimentológico se puede explicar de una manera sencilla la constitución de la formación en estudio, sin recurrir a varios cambios de nivel oceánico. En la figura - III.2 se puede apreciar un croquis que representa este modelo.



Modelo sedimentológico
de la F. Bateque.

Fig. 111.2

III.2.1.2 ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACION BATEQUE.

Uno de los principales objetivos de éste trabajo es el de afinar la estratigrafía de la Formación Bateque. Para lograr dicha meta se han medido 10 columnas estratigráficas tomando muestra por lo menos cada 5 metros, se han efectuado análisis petrográficos, macropaleontológicos y micropaleontológicos de dichas muestras. La información obtenida de ésta manera se ha ordenado en las columnas estratigráficas que se encuentran en los anexos. En dichas columnas se encuentra la siguiente información: Descripción de la Litología, Espesor, Número de Muestras, Análisis Efectuado, Estructuras Sedimentarias, Fósiles Índice, Edad, y Posición Estratigráfica.

Estos datos, una vez ordenados se han interpretado para poder correlacionar las diferentes columnas entre sí y poder nos dar una idea de la posición original del depósito, lo cual resulta muy útil especialmente para la paleogeografía. Esta interpretación se ha utilizado para construir el plano estratigráfico que se presenta en este trabajo (ver anexos). Las líneas que se observan en este plano son líneas ISOCRONAS, esto es; líneas de igual edad que nos dan una idea de la distribución en espacio y tiempo de la Formación Bateque. Respecto a los ambientes de depósito de esta Unidad se ha expuesto un modelo en el inciso anterior y para ayudar a visualizarlo se ha construido la tabla (III.3) en la que se correlacionan las diferentes columnas en base a sus ambientes de depósito.

La correlación entre las diferentes columnas se efectuó de varias maneras; la principal y más sencilla es ligarlas directamente en el campo y que fué posible gracias a la morfología de la zona y al echado constante que mantienen las capas de la Formación Bateque (Fig. III.4). Cuando dos -- columnas se encontraban muy alejadas entre sí y no se tenía otro criterio Litológico o Paleontológico en el cual apoyarse, se usaron métodos trigonométricos para correlacionar -- dichas columnas. Este método a pesar de no ser muy exacto en distancias grandes sí es confiable en éste caso dado lo constante que resultaba siempre la actitud de las capas de ésta Unidad, pudiéndose calcular, así, con relativa exactitud los espesores cubiertos, principalmente.

Otra herramienta fundamental en la liga de columnas fué -- la paleontología ya que una vez identificados los fósiles (principalmente foraminíferos y nannoplankton calcáreo), se utilizaba la tabla de los laboratorios Warren & Asoc. para fechar y correlacionar exactamente cada una de las -- columnas medidas.

Los fósiles índice utilizados para fijar con exactitud -- las edades son los siguientes:

	Nannofósiles Calcáreos
Eoceno Superior (Priaboniano)	<i>Discoaster Barbadiensis</i>
	<i>Isthmolithus Recurvus</i>

Eoceno Medio
(Lutetiano
Bartoniano)

Nannofósiles Calcáreos
Discoaster Sublodoensis
Rabdosphaera Inflata
Nannotetrina Quadrata

Eoceno Inferior
(Ypresiano)

Foraminífero Planctónico
Globorotalia Subbotinae
Globorotalia Aragonensis
Nannofósiles Calcáreos
Discoaster Lodoensis
Discoaster Sub-Lodoensis
Discoasteroides Kuepperi

Paleoceno Superior
(Thanetiano)

Foraminífero Plactónico
Globorotalia Angulata
Globorotalia Pseudomendri
Globorotalia Velazcoensis
Nannofósiles Calcáreos
Discoaster Nobilis
Discoaster Multiradiatus
Chismolithus Bidens
Campylosphaera Eodela

Paleoceno Inferior
(Daniano)

Foraminífero Planctónico
Globorotalia Compressa
Globorotalia Pseudobulloides

Por lo anteriormente expuesto se puede afirmar que la información aquí expuesta es confiable y que se puede tomar como base para otros estudios en la misma área ó extrapolarse a áreas cercanas.

III.2.2 FORMACION ZORRA (Mioceno Inferior-Medio)

- Definición

Se le dió el nombre de formación Zorra (Mina. 1957) a un conjunto de arcillas bentoníticas; bentonitas silicificadas y lentes de arenisca de grano medio que afloran en las cercanías de los Ranchos El Alamo y La Fortuna. Hacia el oriente se presenta un cambio gradual de estos sedimentos arcillosos por areniscas grises con estratificación cruzada de facies continentales a las que el Ing. -- Mina llamó formación San Joaquín.

- Distribución

La Formación Zorra aflora extensamente en el área de estudio; se encuentra expuesta en la parte sur de las mesas que se encuentran entre los arroyos San Ignacio y San -- Joaquín hasta el arroyo San Raymundo. Las mejores exposiciones se localizan entre los arroyos San Ignacio y San Ramón.

Las facies arenosas (Formación San Joaquín) quedan fuera de los límites de éste estudio.

- Litología y Espesor

En éste estudio se han apreciado, dentro de la Formación Zorra, dos áreas con características litológicas distintas.

En la parte noroeste del área, en las cercanías del Rancho San Sabás y el arroyo San Ramón se observó una secuencia muy deformada compuesta por lutitas silicificadas, limolitas silicificadas, fangolitas delezneables, areniscas de grano fino cuarzo-feldespáticas, bancos de caliza packstone fosilíferos, areniscas gravillentas; areniscas compactas; arenas de grano grueso, areniscas calcáreas conglomeráticas y hacia la base de la secuencia algunos horizontes de arcillas bentoníticas con yeso. Todos estos sedimentos se intercalan en capas delgadas y medianas. Todo el conjunto tiene una coloración clara; predominan los colores blanco; crema; verde pistache y gris. En esta parte la secuencia está sumamente distorsionada por lo que es difícil medir una columna completa pero se estima el espesor de la Formación Zorra en este sector es de aproximadamente 100 metros.

Hacia la región de mesas el cuarenta la litología de la Formación Zorra está constituida por una secuencia clásica en la que predominan intercalaciones de lutitas y limolitas silicificadas, bancos de caliza grainstone (oolítica), arcillas bentoníticas limolitas fosilíferas, horizontales de arcillas diatomáceas y bancos de fangolitas. De estos materiales los más abundantes son las intercalaciones de lutitas y limolitas silicificadas; los colores que predominan en este sector son el crema, verde pistache, café claro y gris. El espesor en esta zona suroriental de las exposiciones de esta formación es también del orden de los 100 metros.

- Relaciones Estratigráficas.

La Formación Zorra sobreyace discordantemente a la Formación Bateque; el contacto es una discordancia angular y erosional y en algunos sitios el contacto es por medio de falla; en forma local se pone en contacto tectónico con la Formación San Zacarías que la sobreyace.

La Formación Zorra se encuentra cubierta discordantemente en el área de estudio por las siguientes unidades; Formación San Ignacio, Formación Comodú, Basaltos de Plateau y la formación salada.

- Edad y Correlación

Para su posición estratigráfica se le ha dado a la formación Zorra una edad de mioceno inferior parte alta a mioceno medio parte baja.

En trabajos anteriores se ha reportado la presencia de las diatomeas: *Actinocyclus*, *Cubitus Actinoptychus Senarius*, -- *Coccinodiscus*, *Curvatulus*, *Concinodiscus Marginatus*, *Coccinodiscus Nodulifer* y *Triceratium* sp; y al silicoflagelado, *Diastephanus Crux Crux*. Este conjunto facenfstico indica una edad mioceno medio.

La Formación Zorra se correlaciona con la F. San Raymundo localizada al sur del área de estudio y con la parte inferior de la F. Tortugas en la península de Vizcaíno.

III.2.3. FORMACION SAN ZACARIAS; MIOCENO MEDIO

- Definicion

La formación San Zacarías fué originalmente definida por Mina (1957), proponiendo como localidad tipo a las brechas volcánicas que se encuentran expuestas en las inmediaturas del Rancho San Zacarías, en el Arroyo San Joaquín.

- Distribución

La extensión lateral de la formación San Zacarías es muy limitada, se concreta a pequeños y aislados afloramientos sobre los cauces de los arroyos: San Ignacio, San Joaquín, San Ramón y Patrocinio. En las inmediaciones de los ranchos El Alamo, La Fortuna y el Aguaje.

En la región de las mesas del cuarenta afloran pequeños cuerpos lenticulares de brechas volcánicas cubriendo sedimentos de la formación La Zorra.

- LITOLOGIA Y ESPESOR

La formación San Zacarías se compone esencialmente de brechas volcánicas masivas de colores violeta, salmón y gris; los clastos son angulosos o subangulosos, constituyen el 30% de la roca; su composición es basáltico-andesita; su textura es porfirítica en donde destacan cristales de hornblenda; los diámetros varían de 120 mm. a 2 mm. de matriz, está formada por una toba lítica andesita en la que destaca una textura piroclástica y u-

na asociación numeralógica que consta de fragmentos de roca (andesita) (30%) oligo-andesina (20%) oxi hornblenda (5%) pignita (3%) magnetita (2%) y una matriz de cenizas volcánicas de plagioclasas intermedias (40%).

En algunos lugares estas brechas se intercalan con areniscas líticas.

El espesor máximo observado en el área de estudio es de 100 m. aproximadamente y de 60 m. en su localidad tipo.

- Relaciones estratigráfica

Originalmente, Mina (1957) ubicó a la F. San Zacarías -- anterior a la Zorra pero durante la elaboración de este trabajo se consideró que es posterior. Es difícil establecer esta relación ya que los contactos entre estas -- dos unidades son siempre tectónicas o en zonas de alta - deformación plástica.

Al considerar que la brecha San Zacarías es posterior - a la F. la Zorra, las brechas localizadas en las mesas del cuarenta podrían ser incluidas dentro de la Formación Zacarías.

Las formaciones San Ignacio, Comondú y Salada descansan en discordancia petrológica sobre brechas de la F. San Zacarías.

- Edad

Por su posición estratigráfica se le ha asignado una -- edad mioceno medio.

III.2.4. FORMACION SAN IGNACIO; MIOCENO MEDIO-SUPERIOR.

- DEFINICION.

La Formación San Ignacio fué definida por el Ing. Mina -- (1957) que designó como localidad tipo a las cartas que -- afloran en el arroyo de San Ignacio en las cercanías de -- la población del mismo nombre; las mismas rocas fueron -- nombradas Isidro por Beal en 1948 y Yellow Beds por Dar-- ton en 1921, para este trabajo hemos adoptado las nomen-- claturas propuestas por Mina.

- DISTRIBUCION.

La Formación San Ignacio tiene una extensa distribución - horizontal ya que aflora desde el cerro de San Angel, al norte del área de estudios hasta la región de la Purísima al sur del área.

Sus mejores exposiciones se encuentran en los arroyos de San Angel, San Juan, San Ignacio, San Ramón y Patrocinio así como en el extremo suroriental de las mesas del cua-- renta y del copalar.

- LITOLOGIA Y ESPESOR.

La Formación San Ignacio está compuesta por una secuencia clástica en donde predominan intercalaciones de limolitas delgadas, areniscas de grano fino y de grano medio, gránstones fosilíferos, areniscas y paquetes aislados de lutitas, diatomitas y fangolitas.

Las limolitas delgadas son de color verde piztache e interperizan en rosa, crema, blanco y gris claro, se pre-

sentan en capas delgadas y contienen algunos macrofósiles: ostras, balanus, pecten, anadaras, turnitellas, frag. de pelecípodos y gasterópodos, dientes, vértebras, escamas y fragmentos de huesos de vertebrados marinos.

Las areniscas de grano fino y medio son de color gris claro que intemperiza a crema y café claro amarillento; tienen estratificación masiva, gradada y cruzada y también son fosilíferos.

Los grainstones fosilíferos arenosos, son de color verde claro amarillento y gris verdoso que intemperiza en gris claro, crema y café muy claro; los fósiles son los mismos que los contenidos en las rocas anteriormente discretas; todas estas rocas presentan algunas concentraciones de sílice y esporádicamente se intercalan con capas delgadas a mediano de lutitas; diatomitas y fangolitas.

La parte inferior de la secuencia presenta un conjunto de limolitas con lenticillos de lutitas y predominando areniscas gradadas con estratificación cruzada.

El espesor total de la F. San Ignacio es de 250 m. en el área de estudio sólo se observaron 80 m. correspondientes a la parte inferior.

- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La F. San Ignacio sobreyace discordantemente a las formaciones San Zacarías, Bateque y La Zorra y así mismo es cubierta discordantemente por las formaciones Comondú, Basaltos de Plateau y Salada.

- EDAD Y CORRELACION.

La abundancia de gasterópodos *TURITELLA*, *OCOYANA*, variedad *bosci* indica una edad de depósito del Mioceno Medio. Las areniscas de los demás fósiles encontrados en esta -- unidad nos arroja un rango que va del Mioceno medio al -- Plioceno; en base a estos fósiles y a su posición estrati-- gráfica se le ha asignado una edad del mioceno medio tar-- dío o mioceno superior.

La Formación San Ignacio se correlaciona con la porción -- sur de la F. Tortugas expuesta en la península de Vizcafi-- no.

III.2.5. FORMACION COMONDU MIOCENO SUPERIOR

- DEFINICION.

En 1922 A. Hein nombró F. Comondú a un conjunto de rocas - de origen continental que forman las sierras de San Borja y Calamajué. Mina (1957) nombró Formación Atajo a estas -- mismas rocas y propuso los cortes del arroyo San Ignacio, al norte de la población del mismo nombre, como localidad tipo.

Para este trabajo se ha empleado la nomenclatura de Hein.

- DISTRIBUCION.

La F. Comondú se distribuye ampliamente en el estado de Baja California Sur ya que aflora desde el paralelo 28 hasta los límites meridionales de la cuenca Purísima - Iray en - las cercanías de la ciudad de la Paz. En el área de estu-- dio se localiza hacia la parte oriente; en los arroyos Pa- trocinio, San José de Gracia, Las Vacas, San Juan y algu-- nas partes de los taludes de las mesas del cuarenta.

- LITOLOGIA Y ESPESOR.

En el área de estudio la F. Comondú está compuesta por una secuencia clástica que está formada por intercalaciones de areniscas tobáceas, areniscas gravillentas, conglomerados y horizontales tobáceos.

Las areniscas tobáceas se componen principalmente de frag- mentos líticos, vidrio, feldespatos y cuarzo; son de color café claro y gris; presentan estratificación cruzada; lo -

mismo que las areniscas gravillentas.

Los conglomerados están constituidos por fragmentos de rocas volcánicas (Basalto y Andesita); los clastos son subredondeados a subangulosos y están unidos por una matriz arenosa; se presentan en cuerpos lenticulares.

Los horizontes tobáceos son de color rosado que intemperiza en crema y café parduzco; está formado por fragmentos de andesita y vidrio volcánico incluidos en una matriz de feldespatos, vidrio y arcilla.

Se presentan en capas de 4 a 10 cm.

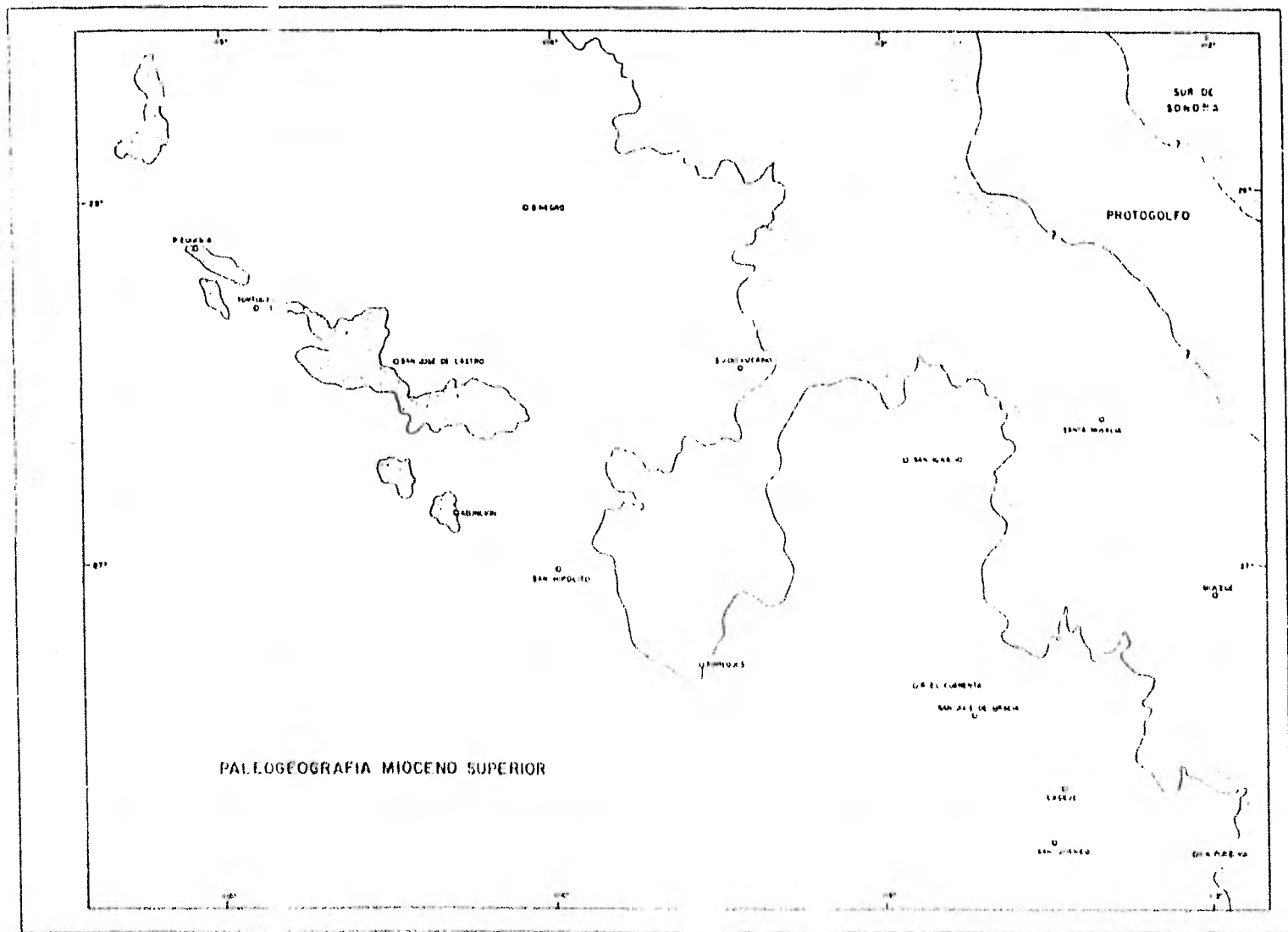
- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La Formación Comondú cubre discordantemente a las formaciones San Ignacio y San Zacarías, en el área de estudio.

La unidad Basaltos de Plateau cubre una discordancia petrográfica a la F. Comondú.

- EDAD Y CORRELACION.

Por la posición estratigráfica que guarda la unidad se le considera de edad Mioceno Tardío - Plioceno.



III.2.6. DOMOS ANDESITICOS.- Mioceno Sup. Plioceno Inf.

- DEFINICION.

GYMSA (1974) denominó Dómos Andesitos a "un conjunto de estructuras Dómicas Subvolcánicas de composición andesítica, que afloran en la Sierra de Santa Clara al NW del área de estudio".

- PETROGRAFIA.

Los Dómos Andesíticos están constituidos por andesitas porfiríticas de Hornblenda la roca es color gris claro que intemperiza a rosado; tiene una textura seafaunítica; microclítica y porfídica; mineralógicamente se compone por una matriz de oligoclasa, andesina, magnetita y un poco de vidrio y por fenocristales de hornblenda; lamprobolita, augita y oturina.

- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Los Dómos Andesitos se encuentran en contacto con las rocas de la F. Bateque (Paleoceno - Eoceno).

- EDAD.

GYMSA, (1974); realizó un análisis radiométrico por el método de Potasio - Argón; el resultado fué una determinación de 11.8 M.A. ± 2.4. para la Hornblenda y de 9.2 M.A. ± 1.0.9. para las plagioclasas. Lo que nos da una posible edad de cristalización ubicada entre los límites del Mioceno Superior y el Plioceno Inferior.

III.2.7. BASALTOS DE PLATEAU; Mioceno Sup. Plioceno Inf.

- DEFINICION.

GYMSA (1974) nombró Basaltos de Plateau a una serie de derrames de fisura que han dado lugar a una topografía muy característica en forma de mesetas.

- DISTRIBUCION.

Los basaltos de Plateau configuran los relieves morfológicos conocidos como mesas del cuarenta en el área de estudio; se reconocen desde la parte sur de la península de Vizcaíno hasta la parte occidental de las sierras de Sta. Lucía y La Gigante al norte de Cd. Constitución.

- PETROGRAFIA Y ESPESOR.

Esta unidad está compuesta por una serie de derrames de basaltos y basaltos espilitizados (Pillow lavas); localmente se aprecian algunos diques de diabasa.

El espesor máximo observado en el área de estudio es de 30 m., aunque en otros trabajos se han reportado hasta de 70 m.

- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Los Basaltos de Plateau, cubren discordantemente a las unidades Valle, Bateque, Zorra, San Zacarías, San Ignacio y a la Comondú. Se encuentran cubiertas a su vez, discordantemente por la formación Salada y Terrazas marinas del Pleistoceno.

- EDAD.

Análisis realizados por GYMSA (1974) (Potasio-Argón); arrojaron un resultado de $9.3 \text{ M.A.} = 0.9$ lo que nos da una edad de finales del Mioceno o inicios del Plioceno para los derrames.

III.2.8. FORMACION SALADA. Plioceno

- DEFINICION.

La F. Salada fué originalmente definida y descrita por A. Hein (1922) quien señaló como localidad tipo a la exposición que se encuentra al noreste del Rancho la Salada; sobre el arroyo del mismo nombre; en la cuenca de la Purísima Iray; en dicha localidad aflora una secuencia de areniscas de grano fino a grueso con abundantes fósiles.

- DISTRIBUCION.

En el área de estudio esta unidad aflora aisladamente; se le encuentra en la parte superior de las mesas localizadas entre los arroyos San Angel y San Joaquín en el norte así como en las mesas del copalar al sur de la zona.

- LITOLOGIA Y ESPESOR.

La F. Salada está compuesta principalmente por intercalaciones de grainstones fosilíferos arenosas; areniscas masivas delezneables, limolitas arenosas y conglomerados hacia la base; todos estos sedimentos medianamente compactados y son de color crema claro y presentan saturación de sales; el espesor máximo medido es de 45 m.

- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La F. Salada sobreyace discordantemente a las Formaciones Zorra, San Zacarías; San Ignacio; Comondú y Basaltos de Plateau. Es sobreyacida por las terrazas marinas del Pleistoceno.

- EDAD Y CORRELACION.

Dentro de su abundante contenido faunístico se identificaron los macrofósiles:

LYROPECTEN CF. *L.T. ERMINUS* (ARNOLD), *LYROPECTEN* CF. *L. -- CERROSENSIS* (GABB), *TROPHON* (*AUSTROTROPHON*) SP., *BACANUS* - SP., *MERRI AMASTER* SP., *TURITELLA* SP., *CHIONE TAGELUS* SP., Y *MACOMA* SP., de edad Plioceno. Por su contenido fosilífero y su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Plioceno Inferior-Plioceno Superior Temprano.

Se correlaciona con la F. Almejas de la Península de Vizcaíno.

III.2.9. ROCAS VULCANO - SEDIMENTARIAS - PLIOCENO.

- DEFINICION.

Mina (1957) denominó Formación Santa Clara a una serie de aglomerados y brechas volcánicas que afloran en la Sierra de Santa Clara; (GYMSA 1974) dividió a esta formación en dos unidades a la porción inferior compuesta por conglomerados, brechas y areniscas tobáceas les denominó "Rocas - Vulcano - Sedimentarias".

- DISTRIBUCION.

Esta unidad se encuentra expuesta en las zonas bajas de la Sierra de Santa Clara.

- LITOLOGIA Y ESPESOR.

La unidad consta litológicamente de una alternancia de conglomerados, brechas y areniscas; todas ellas compuestas por elementos volcánicos; el espesor máximo observado es de 150 m., aunque tiene cambios laterales bruscos.

- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

Cubre discordantemente a la F. Bateque y a los Basaltos de Plateau, es cubierta por las brechas masivas de la F. Santa Clara.

- EDAD Y CORRELACION.

Para su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Plioceno; se correlaciona con la Formación Comandú.

III.2.10. FORMACION SANTA CLARA. PLIOCENO.

- DEFINICION.

Minas(1957) denominó como F. Santa Clara a una serie de aglomerados y brechas volcánicas expuestas en la Sierra de Santa Clara. GYMSA (1974) dividió esta Formación en dos - unidades; a la posición inferior le llamó "Rocas Volcánicas Sedimentarias," y a la parte superior le llamó F. Santa Clara.

- DISTRIBUCION.

Las exposiciones de esta unidad se localizan en la Sierrra de Sta. Clara.

- LITOLOGIA Y ESPESOR.

Esta unidad se compone por brechas masivas volcánicas de composición intermedia a básica; incluidas en una matriz de la misma composición con abundante contenido de vidrio y cenizas básicas.

- RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.

La F. Sta. Clara cubre en discordancia petrológica a la F. Bateque; y a las unidades "Rocas Vulcano Sedimentarias" y Basaltos de Plateau.

- EDAD.

Por su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Plioceno.

III.3. CUATERNARIO.

En el área que abarca este estudio están expuestas rocas - pertenecientes al Pleistoceno y Holoceno; En este trabajo solo haremos una breve descripción de ellas, en orden cronológico de la más antigua a la más joven.

Así tenemos:

III.3.1. TERRAZAS MARINAS DE PLEISTOCENO.

Son terrazas de origen marino constituidas por rocas fosilíferas carbonatadas que afloran a lo largo de toda la costa. Su espesor varía de 1 a 3 m.

III.3.2. CUATERNARIO VOLCANICO.

Son derrames basálticos, andesíticos y productos piroclásticos relacionados en el área de estudio solo hay pequeños afloramientos; constituyen las sierras de Sta. Lucía y La Giganta; su espesor máximo observado en el área es de 45m.

III.3.3. TERRAZAS MARINAS DEL RECIENTE.

Son depósitos localizados en los alrededores de la Laguna de San Ignacio marcando retirada de mares recientes; se componen por grainstones fosilíferos arenosos. Su máximo espesor es de 5 m.

III.3.4. TERRAZAS CONTINENTALES DEL RECIENTE.

Son terrazas de origen continental que se componen principalmente por conglomerados con matriz arenosa; su espesor máximo observado es de 5 m.

III.3.5. DEPOSITOS CONTINENTALES DEL RECIENTE.

Dentro de esta clasificación se engloban los siguientes depósitos:

- ALUVION: Depósitos de Acarreo en cauces del arroyo; Abanicos aluviales de relleno en zonas de bajos y planos.
- ARENAS: Depósitos de líneas de costa localmente retrabajados por el viento.
- TALUD: Depósitos de Talud y Residuales en las laderas de las mesas y las sierras.
- SALITRA- Depósitos de las amplias planicies de inundación que bordean a la costa.

Todos los depósitos como Cuaternarios; cubren discordantemente a todas unidades que se han descrito con anterioridad; su edad es Cuaternario.

IV.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

IV.1 TECTONICA REGIONAL.

El área de estudio corresponde a una provincia tectónica bien definida; la provincia Estructural de Baja California, ya que junto con la California Americana constituyen un bloque que se ha desplazado en la dirección principal que marca el sistema de San Andrés (N17°W), (CARRILLO 1976) vista desde esta óptica la península resultaría un bloque con una tectónica definida y homogénea; pero resulta que esta solo es aplicable a los últimos 6 millones de años, la península muestra rasgos tectónicos de eventos que la han afectado desde el Paleozoico. Para tratar la tectónica regional de esta zona nos referimos exclusivamente a la mitad sur de la península que es la que contiene el área en estudio y que tiene estructuras completamente diferentes a las de la porción norte de la península.

La península ha sufrido la influencia de varios eventos tectónicos que han dejado su huella en las rocas, pero para poder comprender la tectónica de ésta área es preciso primero ubicarla dentro del marco de la tectónica de placas.

La Baja California constituye una placa independiente de la placa norteamericana; pertenece a -

la placa pacífica o al menos funciona como parte de esta; todos los rasgos tectónicos que se encuentran en las rocas y estructuras de la península tienen una relación muy estrecha con esta situación que guarda ahora la península, a excepción, claro, de rasgos muy antiguos provocados por eventos anteriores como es el caso de la península del Vizcaíno.

La Baja California se encuentra separada del continente por una dorsal oceánica que es la continuación de la cordillera oceánica del pacífico oriental y que más al norte se transforma en el sistema de fallas de San Andrés; que a su vez vuelve a convertirse en una dorsal oceánica al abandonar el continente al norte de San Francisco.

Hacia el occidente, la península descansa directamente sobre la corteza oceánica de la placa pacífica, en este borde no hay actividad tectónica por el momento.

La península está a su vez dividida en 3 grandes bloques que funcionan con cierta independencia, el bloque norte se separa de la parte sur a partir de la falla Santa Rosalía que tiene un rumbo muy parecido al sistema de San Andrés y a la dorsal del mar de cortés más al sur la falla la Paz también secciona la península y su rumbo es tam-

bién coincidente con las direcciones mencionadas arriba.

De estos tres segmentos el central es el que nos interesa por estar situado en nuestra área de estudio.

De esta forma hemos ubicado el área en su contexto tectónico actual y procederemos a describir su tectónica regional.

En el presente, la zona no registra una actividad tectónica extensa pero si se ve influenciada por los esfuerzos distensivos de la dorsal oceánica del mar de cortés y por los esfuerzos de cizalla que ocasiona el sistema de fallas de San Andrés.

Se analizaron imágenes de Satélite (GYMSA 80) para hacer un análisis regional del marco tectónico que rodea al área de estudio. Se utilizó un mosaico de imágenes ERTS escala 1:1'000,000 que comprendía desde el paralelo 20°30' al 25°10' de latitud norte es decir aproximadamente una tercera parte de la península de Baja California.

En este mosaico se marcaron los lineamientos y fallas que se detectaron con el rumbo de estas estructuras se fabricó un diagrama de frecuencias; no se tomaron en cuenta ni el echado ni las dimensiones de las estructuras.

La figura resultante muestra dos máximos principales que corresponden a los rumbos $N32^{\circ}30'W$ y $N22^{\circ}30'E$ y dos máximos de menor importancia o secundarios con los rumbos $N42^{\circ}30'W$ y $N42^{\circ}30'E$.

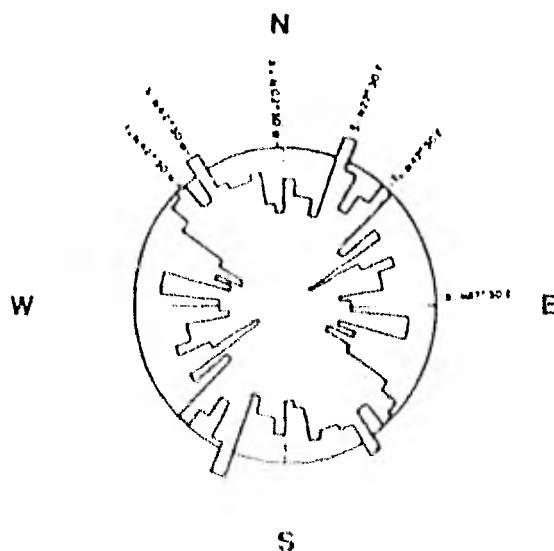
De estos rumbos el que resulta más importante es el de $N32^{\circ}30'W$ que coincide con el sistema de fallas de San Andrés y con las fallas transcurrentes de la dorsal del golfo de California; y que son las que predominan, el otro grupo que resulta interesante es el de rumbo $N42^{\circ}30'E$ que es casi perpendicular al primero y coincide con las fallas transformes del golfo de California de esto se puede deducir que la tectónica distensiva que prevalece en la dorsal del mar de Cortés está predominando en la región, los otros dos rumbos que constituyen los restantes máximos del diagrama de frecuencias son probablemente rumbos de fallas asociadas a esta misma tectónica pero causadas por esfuerzos secundarios o pertenecientes a rasgos tectónicos más antiguos.

Con esto queda el área enmarcada en su contexto tectónico regional con lo cual podemos proceder a describir las características estructurales y tectónicas locales del área.

PROSPECTO SAN SABAS-EL CUARENTA

ANALISIS TECTONICO REGIONAL

Diagrama de frecuencias construido a partir de los rumbos de trazas de fallas y fracturas detectadas en las imagenes del Satélite ERTS.



Provincia geológico-tectónica de
la Baja California.

Número de datos: 427

IV.2.- ESTRUCTURAS LOCALES.

Debido a la suave morfología que predomina en el área es difícil detectar las estructuras geológicas, a pesar de esto se detectaron algunas estructuras disyuntivas fracturas y fallas y algunas estructuras plicativas que a continuación se describen.

Las estructuras disyuntivas se refieren principalmente a fracturas, ya que solo en contadas ocasiones se observó desplazamiento relativo de bloques y esto solo a escala muy local.

Al parecer los arroyos en el área tienen un control tectónico ya que gran parte de sus cauces son rectos y guardan gran paralelismo entre ellos por ejemplo los arroyos San Ignacio y San Raymundo en la porción norte del área son completamente paralelos y limitan la zona denominada "Complejo Tectónico de San Sabás" (GYMSA 1976) y los arroyos Las Vacas, San Juan y San José de Gracia en el sur del área también guardan un marcado paralelismo durante gran parte de sus cauces.

El rumbo predominante de estos arroyos es este-noreste.

En el llamado complejo de San Sabás se observa una serie de plegamientos y fallamientos aparen-

temente en desorden pero se trata de un deslizamiento sin-sedimentario en el que se encuentran involucradas las formaciones Zorra y San Zacarfas, esto es, el depósito se llevó a cabo en un ángulo crítico y cuando se acumuló cierto peso y los sedimentos aún estaban en estado plástico por la gran cantidad de agua que contenían sobrevino un deslizamiento que deformó todas las estructuras originales del depósito y creó un caos de pliegues y fallas en el frente de el deslizamiento así como en sus límites laterales.

Aparte de esto las estructuras en el área son muy suaves.

La Formación Bateque tiene un tectonismo muy suave; los echados llegan a estar completamente horizontales pero generalmente están constituyendo un homoclinal hacia el noreste.

Se forman algunas estructuras anticlinales que son realmente abombamientos y con cierres estructurales extremadamente bajos, a continuación se describen los más notorios.

Anticlinal La Laguna.- Denominado así por GYMSA en 1976 en realidad son dos anticlinales y un sinclinal, todos buzantes; recorriendo la estructura de sur a norte se tienen primero un anticlinal ligeramente asimétrico cuyo eje buza en una dirección $565^{\circ}E$ y con una inclinación de 3° las inten

sidades de los echados del flanco sur varían de -02° a 05° mientras que los del lado norte llegan a alcanzar los 15° , la segunda estructura es un sinclinal asimétrico que buza en dirección $S 70^{\circ}E$ con una pendiente de 03° , la última de las estructuras está constituida por un anticlinal simétrico buzante en la dirección $N75^{\circ}W$ con una intensidad de 02° toda la estructura se desarrolla sobre la Formación Bateque.

Hacia el este de esta localidad en la desembocadura de los arroyos Jesús Marfa y el Patrocinio se forma una serie de nueve estructuras, anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienen una dirección promedio de $N75^{\circ}W$ al igual que las estructuras descritas anteriormente sus flancos son de una inclinación muy suave.

Existen otros pliegues en el extremo sur de las mesas del Cuarenta así como en el Arroyo San Juan 2 Kms. aguas arriba de la rancharía El Arenal --- siendo estas estructuras de menos importancia que las descritas al principio.

Suponemos que deben existir otras estructuras como las descritas pero son de difícil detección por la morfología del área o por estar sepultadas pero repito que estas estructuras son abombamientos locales y ninguna tiene extensión considerable, la tendencia de la Formación Bateque es for-

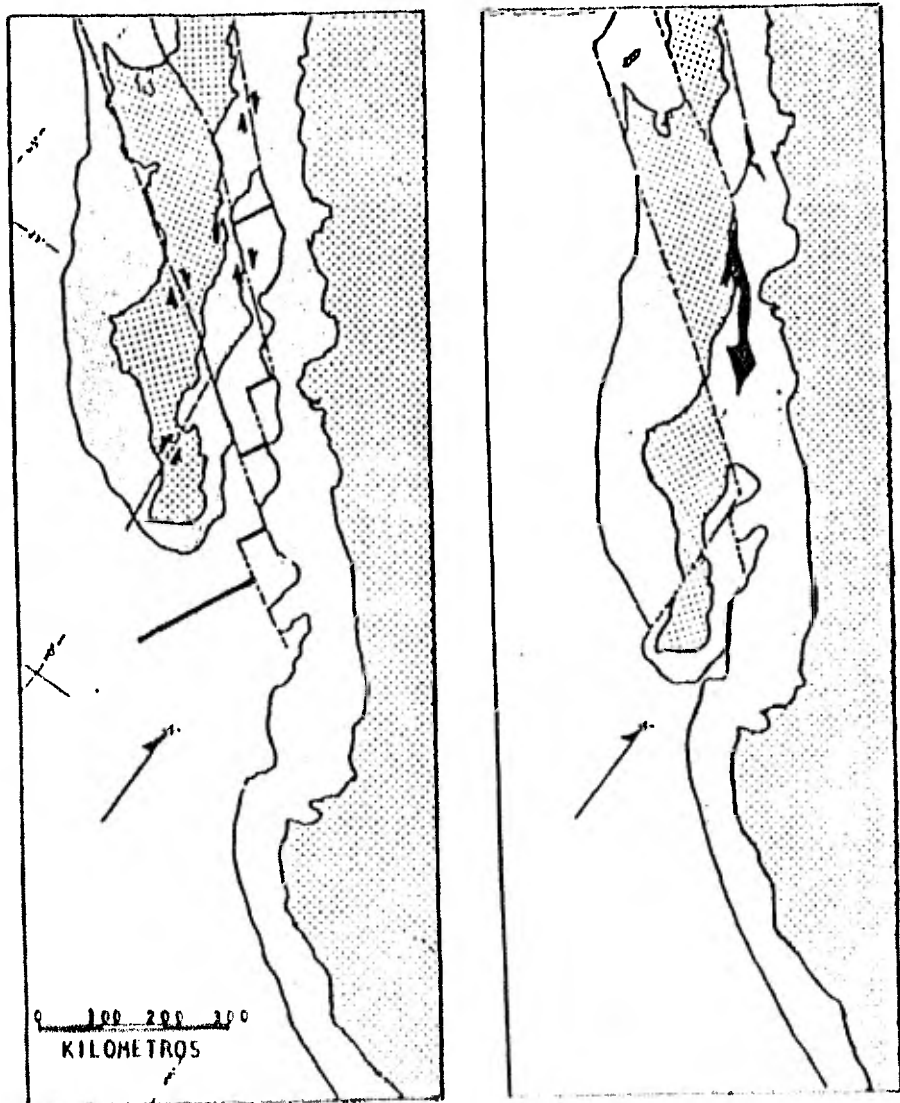
mar un homoclinal inclinado hacia el NE con inclinaciones que varían de 02° a 06°.

Por último nos referimos a la tectónica actual, - las estructuras más recientes que se han formado han sido las fracturas por las que han sido expulsados los basaltos de Plateau y que muchos veces quedan enmascarados bajo mantos de lava, debido a la tendencia tectónica actual que es de distensión, cabe esperar que en épocas futuras podamos tener nuevos derrames de fisura o vulcanismo de composición básica a intermedia como el que se presenta en la Sierra La Giganta al oriente del área de estudio.

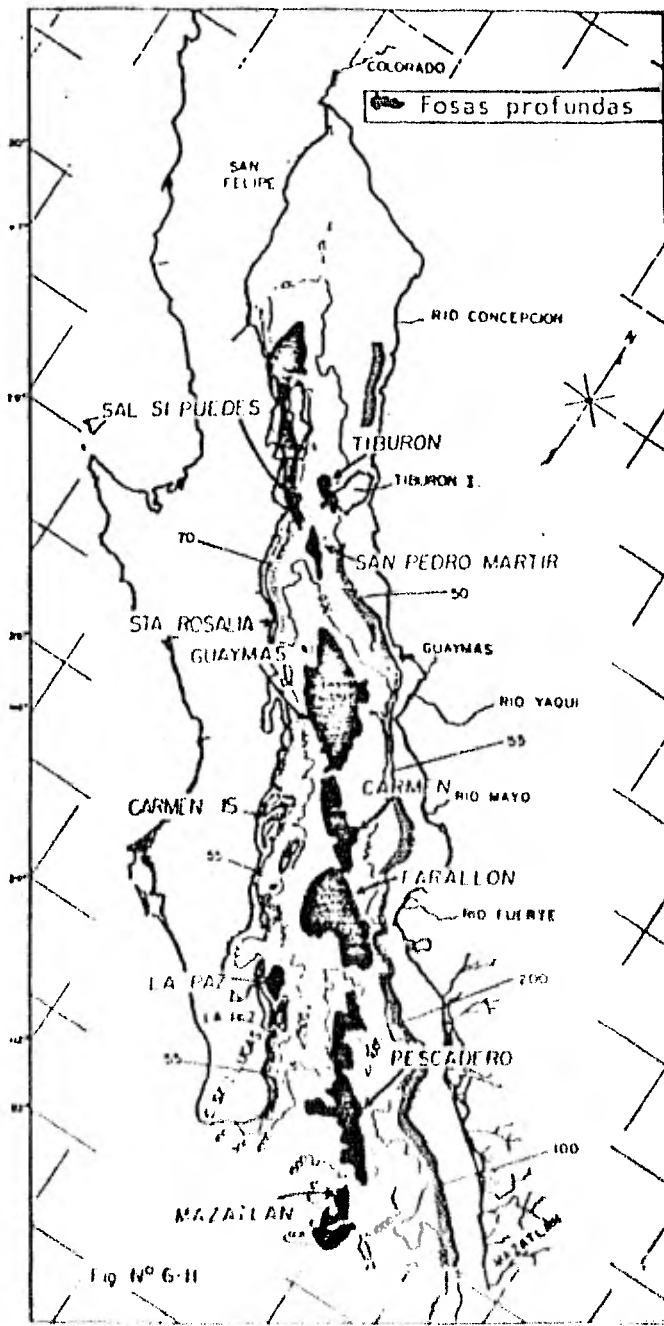
Se tienen también movimientos verticales actuales los cuales se reconocen por la retirada del Océano Pacífico hacia el oriente, la cual es patente ya que a lo largo de toda la costa se encuentran terrazas marinas muy recientes a más de 20 metros sobre el nivel del mar.

IV.3 APERTURA DEL GOLFO.

Definitivamente se ha aceptado la tesis de que el mar de Cortés se generó a partir de la separación de una porción de la placa americana -- debido a la creación de un nuevo "rift" ó cordillera oceánica compuesta por fallas transformes y transcurrentes que están además asociadas al sistema de fallas de San Andrés. Este evento adquiere una gran relevancia para este Estudio debido a que es la mecánica distensiva de este sistema de fallas el que controla la tectónica actual de toda la Península de la Baja California. Este hecho quedó plenamente -- demostrado desde las perforaciones del LEG 64 en la boca del Golfo de Cortés durante el programa de investigación del Buque GOLMAR-CHALLENGER; al hacer un estudio de las anomalías magnéticas se comprobó que eran simétricas y correspondían a una expansión del fondo oceánico, al mismo tiempo que se pudo estimar la edad -- de la apertura del Golfo entre los 4 y 6 millones de años (PLIOCENO). También se pudo estimar en base a estos datos que el desplazamiento ha sido a una velocidad promedio de 6 cm. -- por año (LARSON et al 1968) con una dirección dominante hacia el NW. aunque hay otros autores que difieren un poco en cuanto a cifras; -- Atwater (1970) considera la velocidad del des-



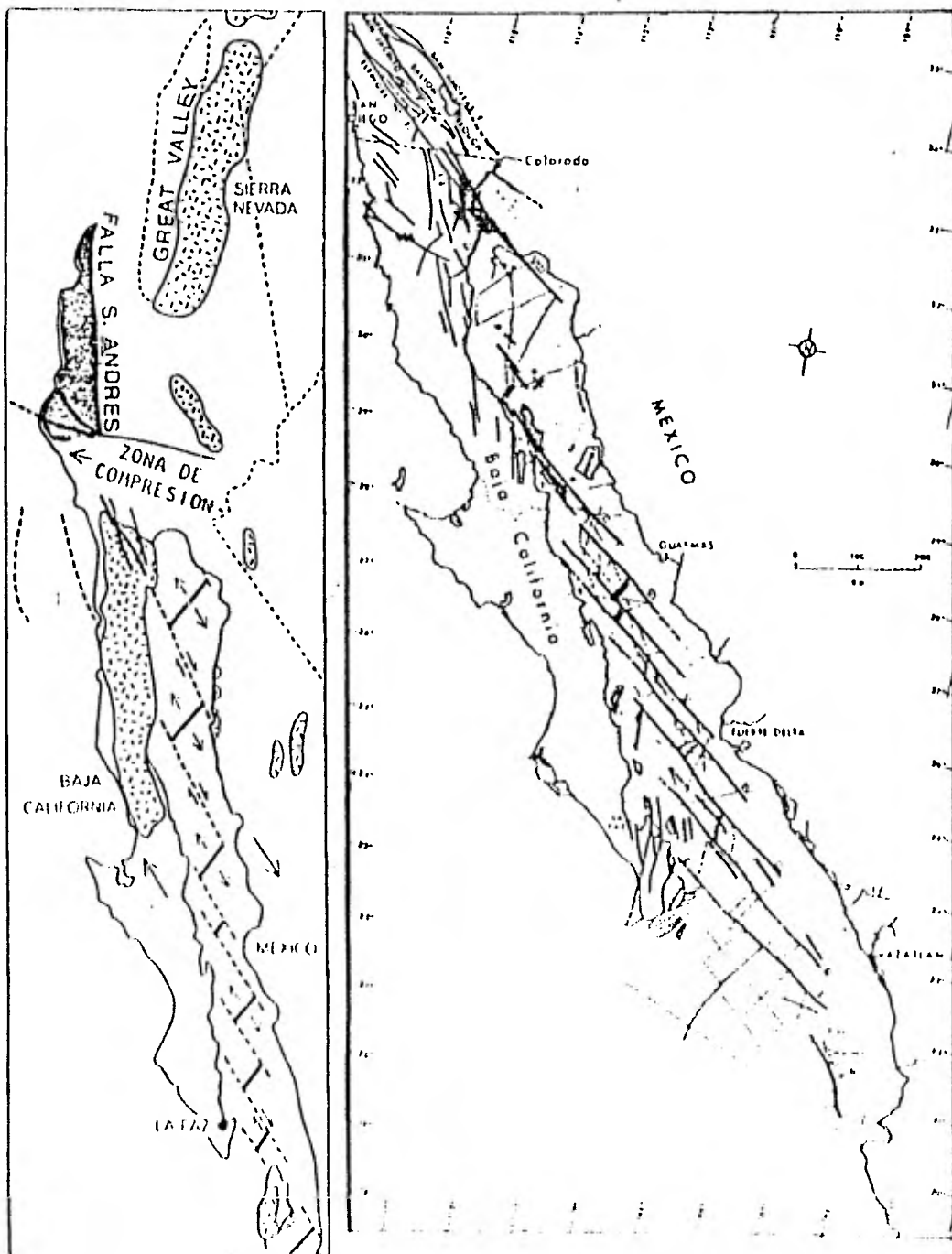
Reconstrucción de la Baja California, cuando
estaba unida al Continente.
(Mioceno).



Principales fosas en el Golfo de Cortés.
(Siguen el patrón de fallas transformes).

plazamiento de 5,8 cm/año para los últimos 2 millones de años y otros más han dado una edad de apertura de 3.5 m.a. lo que implicaría una mayor velocidad de desplazamiento.

Por otra parte se deduce la existencia de un proto golfo anterior al actual que debió actuar en el mioceno: esto en base a que hay varios reportes de sedimentos marinos de edad mioceeno en las costas orientales de la península. ATWATER (1970) y otros autores han considerado que el origen del Patron tectónico actual se remonta a hace 30 m.a. cuando comenzó haber una interacción (una colisión) entre una dorsal oceánica y una fosa de subducción activa a la altura de San Francisco Ca. lo que originó la actual provincia tectónica del Basin and Ranges. Esta interacción funcionó hasta hace 24 MA. a partir de entonces empezó a manifestarse la actividad del sistema San Andrés. En los últimos 5 m.a se ha detectado una aceleración en los movimientos de dicha falla que seguramente están asociados con la apertura del Golfo de Cortés.



Izq. - Se muestran las direcciones relativas del movimiento de placas.
(Comprobar el diagrama de frecuencias.)

Der. - Principales estructuras en el Golfo de Cortés.

V. GEOLOGIA HISTORICA

V.I. SECUENCIA DE LOS EVENTOS GEOLOGICOS QUE TUVIERON LUGAR EN EL AREA ESTUDIADA.

En el área de estudio los primeros eventos que se tienen registrados son los que representa la Formación Valle Superior, pero regionalmente se tienen registros de los eventos geológicos acaecidos desde el Triásico que está representado por la Formación San Hipólito. Esta formación nos representa una típica corteza oceánica con pillow, lavas, calizas y radiolaritas lo cual nos indica la existencia de un mar en esta zona para el Triásico muy cerca de una dorsal oceánica a continuación nos encontramos con un complejo ofiolítico que nos representa una zona de subducción totalmente deformada y metamorfoseada, a la cual se le adjudica una edad Jurásico Inferior a medio.

Esta unidad solo aflora en la península de Vizcaíno e Isla de Cedros, sobre esta unidad se depositó la Formación Morro Hermoso que se constituye de pillow, lavas y radiolaritas lo cual nos indica nuevamente corteza oceánica o de una zona de vulcanismo básico-ultrabásico (probablemente un arco de islas) a esta unidad se le ha asignado una edad Jurásico-Medio a Superior.

A continuación tenemos un depósito tipo Flysch que corresponde a la Formación Eugenia de edad Jurásico-Superior, Cretácico Inferior, esta unidad nos indica que la deposición aún tenía lugar en una cuenca relativamente profunda

pero muy cercana a un elemento que sufría en esa época de un Tectonismo muy intenso.

Sobre la Formación Eugenia se depositó la Formación Valle que es un depósito tipo Molasse, es decir, producto de la fase final de un gran evento orogénico; a la Formación Valle se le subdivide en dos miembros, Valle Inferior y Valle Superior siendo el último de composición más arcillosa que el primero lo cual nos indica un lento pero constante descenso del ritmo de la actividad tectónica, la parte Superior de la Formación Valle sí aflora en el área de estudio aunque es un área muy restringida pero debe extenderse bajo gran parte de la cubierta Cenozoica que conforma actualmente el área de estudio.

A la Formación Valle se le asigna una edad de Cretácico Superior.

Posteriormente durante el Paleoceno y el Eoceno se deposita la Formación Bateque en toda la extensión que ocupa el área y que nos indica para esa época una área marginal relativamente estable pero que recibe una gran cantidad de sedimentos de las tierras antiguas que debieron estar constituidas por zonas montañosas con volcanes de composición ácida a intermedia con una topografía bastante abrupta y probablemente también de las formaciones Valle y Eugenia que ahora plegadas constituían parte de las tierras positivas. A partir de la depositación de la Formación Bateque el ambiente tectónico cambia radicalmente a diferencia del intenso tectonismo que estaba registrado en las -

rocas anteriores.

Ahora tenemos una tectónica sumamente suave de movimientos verticales muy lentos y en algunos casos vulcanismo esporádico; éste tipo de tectonismo se va a mantener durante todo el Terciario y parte del Cuaternario.

En seguida se deposita la Formación La Zorra con facies marinas proximales y que en algunos sitios se encuentra muy deformada por efectos de deslizamiento sin sedimentarios - por haberse depositado en pendiente, se encuentra deformada junto con la brecha San Zacarías a la que anteriormente se le consideró más antigua que la Zorra pero durante el Prospecto San Sábás - El Cuarenta (GYMSA - 1980) se logró establecer la correcta relación entre estas dos unidades y se determinó que la brecha San Zacarías era posterior al depósito de la Formación la Zorra, La Brecha San Zacarías nos indica una nueva etapa de vulcanismo posiblemente antecediendo a la subducción que se llevaba a cabo hacia el oriente y se reflejaba como vulcanismo intermedio en el continente, hacia el oeste.

A continuación, finalizando el Mioceno, tenemos el depósito de la formación San Ignacio que representa el último depósito netamente marino, ya que a continuación empieza a depositarse facies continentales y mixtas; en seguida se depositan las formaciones Comondú, Santa Clara y los domos andesíticos que son depósitos netamente continentales y el vulcanismo que manifiestan es así mismo típico continental y que indican la emersión definitiva de la región a --

excepción de pequeños depósitos como la F. Salada y las terrazas marinas del Pleistoceno y del Cuaternario que indican pequeñas entradas de mar en las zonas marginales que debieron ser muy amplias y de topografía suave, a continuación durante el Cuaternario tenemos los basaltos de Plateau y las terrazas continentales que configuran la geomorfología actual del área.

V.2. RELACION CON LOS EVENTOS GEOLOGICOS REGIONALES.

Como se puede observar en el inciso anterior la región ha sufrido un ciclo orogénico completo que arranca desde el Triásico con los depósitos pre-orogénicos de la Formación San Hipólito posteriormente tenemos vulcanismo ofiolítico y metamorfismo ocasionado en una zona de subducción al consumirse una placa oceánica bajo la corteza continental. Todo esto seguido del relleno de una cuenca tipo geosinclinal durante el Jurásico y el Cretácico cuyos sedimentos registran por lo menos dos etapas de compresión; al final del Jurásico y al final de Cretácico. Todos estos eventos que afectaron regionalmente a la zona solo se encuentran registrados en la porción de la península de Vizcaíno. Por otro lado hacia el oriente es probable que la cuenca continuará otro buen trecho pero no hay evidencias, ya que existe una cobertura de rocas volcánicas cenozoicas, pero hay que tomar en cuenta que Baja California estaba unida al Continente y debe haber habido continuidad geológica entre ambos elementos, si reconstruyéramos la paleogeografía nuestra zona quedaría frente a lo que hoy es la parte sur del Estado de Sinaloa que para ese entonces debe haber for

mado parte de la cuenca mesozoica y posteriormente fué cubierto por vulcanismo de tipo intermedio probablemente ocasionado por la subducción de la placa Farallón al occidente.

Ya en el Cenozoico el ambiente geológico es totalmente diferente, la parte intensa de la orogenia ha concluído y solamente hay acomodos verticales tectogénicos. En este medio geológico se deposita la F. Bateque cuya cuenca, es probable que en algún momento se haya extendido un poco más hacia el oriente bajo lo que ahora es la Sierra la Gigante ya que algunos autores han reportado Mioceno y probable Eoceno marino en las costas del Golfo de California. El siguiente evento geológico relevante es la apertura del golfo de California durante el Plioceno; para éste momento nuestra zona ha emergido completamente y poco le afecta la tectónica de distensión que se lleva a cabo en el Golfo de California, aunque un análisis de fotografías de satélite nos puede mostrar que toda la península tiene rasgos tectónicos asociados al sistema de fallas de San Andrés y la dorsal del Golfo de California. Probablemente esta tectónica se asocia a la extravasación de los basaltos de Plateau originados por derrames de fisuras que siempre se asocian a tectónicas distensivas. Ya en el Cuaternario tenemos nuevas manifestaciones de vulcanismo registradas por las sierras de Sta. Lucia y La Gigante en sus partes altas.

VI.- GEOLOGIA ECONOMICA.

Como en todo estudio siempre es necesario tocar el tema de la economía ya que es por demás indispensable saber con que recursos naturales cuenta el país, donde están y como aprovecharlos.

- Hidrocarburos.

Pemex ha mostrado un interés especial en esta zona de estudio en virtud de que de toda la Baja California esta región mostraba, a primera vista las características más favorables para la existencia de hidrocarburos; en base a esto se perforaron varios pozos exploratorios como son: Lechuguillas-1; San Angel-1, San Ignacio-1, Los Martires-1, La Purisima-2, y otros 12 pozos mas al norte en las cercanías de Guerrero Negro y otros 2 más en la plataforma continental del Oceano Pacifico, frente a la laguna Ojo de Liebre, pero de todos estos pozos solo unos cuantos dieron resultados positivos en cuanto a existencia de hidrocarburos pero solo se obtuvo gas y no crudo; de el capítulo de Geología Estructural se puede deducir que no existen estructuras apropiadas para atrapar hidrocarburos por lo que, de haber, deben estar atrapados en trampas estratigráficas de cambios de facies. El otro problema que existe es la roca gene-

radora que sería la misma formación bateque y - solo en algunas de sus partes muestra suficiente abundancia de materia orgánica para producir aceite pero los sedimentos están muy oxidados - y probablemente no hayan tenido nunca las condi ciones de reducción que son necesarios para la formación de crudo. Así pues el panorama para los hidrocarburos no es muy alentador aunque -- no se descarta la posibilidad de que exista y - en buena cantidad.

- Minería.

La zona de estudio nunca ha sido objeto de in-- teres minero ya que a primera vista no presenta características favorables, ya que esta formada en su mayor parte por sedimentos clásticos que rellenaron una cuenca y que aparentemente no -- tienen valor alguno. Sin embargo no hay que -- descartar la zona hay que tomar en cuenta que - estos sedimentos provienen de la erosión de las montañas que forman actualmente la Sierra Madre Oriental entre Sinaloa, Nayarit y Jalisco; y -- que dentro de esas zonas hay ricas mineraliza-- ciones por lo que no sería extraño descubrir -- antiguos depósitos de placer de metales vario-- sos o de elementos radioactivos.

También hay que considerar que en la parte nor-- te del área existen los domos andesíticos que - no han sido tomados en cuenta pero podrían es--

tar asociados a algun depósito de interes económico.

Y por último la zona es muy susceptible de tener capas ricas en fosfatos como las que se explotan más al sur ya que las características de depósito de las unidades del plioceno son muy parecidas en esta area, a las que prevalecen en los depósitos de la Bahía de San Carlos.

Por los que esta area sigue siendo virgen en cuanto a explotaciones mineras se refiere pero no hay que perder de vista que aún no ha sido debidamente prospectada.

- Hidrogeología.

En este aspecto tampoco son muy prometedoras las perspectivas pero tambien hay posibilidades, la percipitación anual es muy baja y el mar esta muy cerca por lo que; aunque debe haber agua en el subsuelo en poco tiempo de explotación se vería conñaminada por agua de mar, debido a que la recarga es muy poca en un corto lapso se invertiría el sentido de flujo y en lugar de drenar hacia el mar; el agua de mar avanzaría tierra adentro hacia el cono de abatimiento provocado por la explotación; aún así probablemente se podría instalar un programa de varios pozos someros de poco gasto o galerías filtrantes que podrían satisfacer las necesidades de agua de una pequeña comunidad y les permitira desarrollar las actividades de pesca o de pastoreo.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1. CONCLUSIONES.

La Formación Bateque de Baja California Sur constituye un depósito de edad Paleoceno-Eoceno que se acumuló -- a lo largo de una costa que recibía grandes cantidades de clásticos provenientes principalmente de rocas volcánicas e intrusivas de composición intermedia y ácida; la configuración de esta costa, fué, durante este período, muy cambiante debido al gran aporte de sedimentos que habían y a la redistribución que de estos hacían las corrientes marinas. Durante la realización de éste estudio se midieron un total de 10 secciones estratigrá⁴ ficas que constituyen un total de 4590.22 m. aunque se considera el espesor total de la F. Bateque del orden - de 2941.48 m. debido a que en las secciones estratigrá- ficas se repitieron espesores. Los ambientes de depó-- sito de la Formación Bateque van desde costero (playa)- hasta nerfítico externo y Batial pasando por facies la-- gunares y de Barras conteniendo además paleocanales de mareas representados por cuerpos de conglomerados len- ticulares que se interdigitan con los demás materiales. Estos ambientes hacen que la geometría del depósito sea muy variable al igual que su espesor, debido a acuña-- mientos, ensanchamientos y desapariciones de capas. Por otro lado la estructura que forma esta unidad es - un monoclinal que buza hacia el oriente con una incli-

nación de 2° a 6° y presenta ligeros abombamientos que forman estructuras sinclinales y anticlinales muy suaves. Las posibilidades económicas en la Formación Bateque hasta este momento son escasas, ya que a pesar de haber proporcionado gas en algunos pozos no se ha descubierto petróleo. aunque no se descarta esta posibilidad, como se comenta en el capítulo de geología económica; En el aspecto de depósitos minerales no ha sido debidamente prospectada por lo que existen probabilidades de que exista un depósito mineral de origen sedimentario.

Por otro lado las características geohidrológicas de la Formación Bateque son en general buena porosidad, aunque varía mucho lateralmente; el principal problema en éste renglón es la cercanía del mar y la escasa precipitación pluvial que existe en la zona.

VII.2. RECOMENDACIONES.

La recomendación principal que emana de éste estudio es que se unifique la nomenclatura estratigráfica tanto en ésta zona como en todo el país, así como la necesidad de que se integre una comisión estratigráfica que se encargue de revisar la nomenclatura estratigráfica para unificar y corregir los errores que existen y son muchos .

Otra recomendación que considero importante a nivel nacional es la disponibilidad de información.

Es muy común que alguna dependencia, ya sea privada o gubernamental efectúe un trabajo en alguna área y posteriormente ésta información nunca estará al alcance de quien la requiera cuando el área sea de interés para otra dependencia. Esto ocasiona que hay pérdida de tiempo, dinero y recursos humanos, lo que recae en pérdidas económicas y atraso para la nación, ya que generalmente se hace un segundo estudio ignorando por completo la existencia de uno anterior, creándose así una disparidad de nombres, conceptos y soluciones a problemas que confundirán y desorientarán a quien intenta rá usar ésta información.

En base a ésto se propone aquí también la creación de un banco de información geológica o de ciencias de la tierra o en su defecto una biblioteca, y que se cree la obligación de todas las Empresas privadas y estatales, así como instituciones de enseñanza e investigación, de proporcionar una copia de cualquier estudio efectuado en el Territorio Nacional, ya sea con fines de prospección, explotación, investigación o Tesis Profesional. Esto evitaría la mala costumbre existente de muchas instituciones de "esconder" la información por ser confidencial, siendo que otros países tienen mejor conocimiento y cartografía de nuestra nación que nosotros mismos. Solo así podremos tener un conocimiento integral de nuestra Nación y estaremos en posibilidad de planear con mucha más visión nuestro desarrollo, ya que

de otra manera, ocultándonos mutuamente información, - sólo logramos frenar el desarrollo de nuestra Nación. Por último como recomendaciones específicas para el -- área de estudio y para la Formación Bateque en especial se sugiere no dejar al abandono ésta zona y hacer geofísica regional, especialmente métodos magnetométricos y radiométricos, así mismo se propone realizar algunos sondeos geoelectricos para las zonas con mayor requerimiento de agua y de perforarse en pozo para explotación de agua, se aconseja poner unicamente la tubería ranurada necesaria, pues la porción arcillosa de los sedimentos es alta y pondrían azolverse fácilmente los pozos poner atención a los filtros de grava.

Finalmente se aconseja tomar en cuenta estas áreas olvidadas al hacer los planes globales de desarrollo, ya que generalmente las áreas que no tienen interés económico no es porque carezcan de él, sino que no ha sido - descubierto.

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

BIBLIOGRAFIA.

Addicott, W.D., Jones, D.L. and Sliter, W.V., 1974. Unpublished report: U.S.G.S. Menlo Park California.

Allen, C.R., Silver, L.T. and Stehli, F.G., 1960: Agua Blanca fault, a major transverse structure of northern Baja California, México. Geol. Soc. America Bull. v. 71, p. 457-482.

Allison, E.C., 1955, Middle Cretaceous Gastropoda from Punta China, Baja California, México, Jour. Paleontology v. 29, No. 2, p. 400-432.

Allison, E.C., 1964, Geology of areas bordering Gulf of California, in Marine geology of the Gulf of California - A symposium: Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem 3, p. 3-29 .

Allison, E.C., 1962, Lower Cretaceous paleontology of northwestern Baja California, México: Geol. Soc. América, Special Paper, 66 p. 126-127.

Allison, E.C., Roberts, E.R. and Silver, L.T., 1961, Geology of northwestern Baja California, México, in Guidebook for field trips, 57 th ann. mtg. of Cordilleran Section, Geol. Soc. América, p. 56-65.

Allison, E.C. 1957, A Cretaceous faunule from Bahía Tortugas, territorio Sur de Baja California, México (abs): Geol. Soc. América Bull v.68 No. 12, p. 1817.

Allison, E.C., 1973: Analysis of Foraminifera from Gulf of California Rock Dredge Samples. Appendix 10, Moore, D.G. 1973: Plate Edge Deformed Gulf of Calif. - Geol. Soc. América Bull. v. 81 p. 1883-1906 10 figs. June 1973.

Alonso, E.H., 1964: Pozo M-3 del campo geotérmico del Cerro Prieto, B.C. México. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Boletín, v. 16, p. 163-177.

Alvarado Salvador, 1973. Comunicaciones personales.

Anda, L.F. de, 1964. Falla de San Jacinto y su influencia sobre la actividad geotérmica en el Valle de Mexicali, B.C., México. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Boletín, v. 16, p. 178-181.

Andel, Tjeerd H. van, ed: 1964. Marine geology of the Gulf of California, a symposium: Am. Assoc. Petroleum Geologists Memoir 3.

Anderson, D.L., 1971: The San Andreas fault. Scientific American v. 225, No. 5, p. 52-68.

Anonymous, 1924. Informe sobre la exploración geológica de la Baja California, por la Marland Oil Company de México: Petrol. Bol., v. 17, No. 6 p. 417-453: v. 18, No. 1, p. 14-53.

Atwater, T. 1970: Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution for western North América. Geol. Soc. América Bull. v. 81, p. 3513-3536.

Badgley, P.C. 1959: Structural Methods for the Exploration Geologist. Harper Brothers, New York.

Bailey, Edgar H. (editor), 1966, Geology of Northern California: Cal. Div. of Mines, Bull. 190, pp. 507.

Bailey, E.H., Blake, M.C. and Jones, D.L. 1970. On-land Mesozoic Crust in California Coast Tanges. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 700-C, p. C70-C81.

Bailey, E.H., Irwin, W.P. and Jones, D.L., 1964. Franciscan and related rocks, and their significance in the geology of western California: California Div. Mines and Geology Bull. 183, pp. 177.

Barbat, W.F., 1971. Megatectonics of Coast Ranges, California. Geol. Soc. American Bull., v. 82, No. 6, p. 1541-1562.

Bateman, A.M., 1958. Economic Mineral Deposits, John Wiley and Sons, N.Y.

Beal, C.H., 1948. Reconnaissance of the Geology and oil possibilities of Baja California, México: Geol. Soc. América Mem. v. 31, pp. 138.

Berry, Keith D., 1965, New foraminiferal zonation, Upper Mesozoic, Cenomanian to Tithonian stages, Sacramento Valley, California, Bakersfield College Biostratigraphy Seminar lecture text, pp. 19.

Billings, Marland P., 1964. Structural Geology: Prentice-Hall Inc. Englewood, Cliffs, N.J., pp. 514.

Bishop, C.C., 1970. Upper Cretaceous stratigraphy on the west side of the northern San Joaquin Valley, Stanislaus and San Joaquin Counties, California: California Div. Mines and Geology Special Report, pp. 104.

Bloxam, T.W., 1956. Jadeite-bearing metagraywacke in California: Am. Mineralogist, v. 41, p. 438-496.

Borg, I.Y., 1956. Glaucophane schists and eclogites near Healdsburg, California: Geol. América Bull., v. 67, p. 1563-1584.

Bowen, D.E., ed., 1962. Geologic guide to the gas and oil field of northern California; California Div. Mines and Geology, pp. 412.

Bramlette, M.N., 1964. The Monterrey formation of California and the origin of its siliceous rocks: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 212, pp. 57.

Brolst, D.A. and Pratt, W.P. (editors), 1973. United States mineral resources: U.S. Geol. Survey Professional Paper No. 820, pp. 722.

Campbell, John M., 1973. Petroleum Reservoir Property Evaluation: John M. Campbell, published, Norman, Oklah., pp. 466.

Carrillo Gerardo. Geologia Regional de Semidetalle del Prospecto San Ignacio Cadejé, Baja California Sur. Tesis Profesional U.N.A.M. 1976.

Charleton F. y Bermudez P., 1963. Micropaleontología General, Universidad Central de Venezuela.

Chase, C.G., Menard, H.W., Larson, R.L., Sharmon, G.F. and Smith, S.M., 1970. History of sea-floor spreading west of Baja California. Geol. Soc. América Bull. v. 81, p. 491-498.

Church, C.C., 1968. Lower Cretaceous Foraminifera of the Orchard Peak-Devils Den area, California. Calif. Acad. Sci. Proc., Ser. 4, v. 32 p. 523-580.

Clark, B.L., 1930. Tectonics of the coast ranges of California: Geol. Soc. América Bull., v. 41, p. 747-828.

Cohen. Lewis H., et al., 1963. Geology of the San Benito Islands, Baja California, México: Geol. Soc. América, Bulletin, v. 74, p. 1355-1370.

Cole, W.S., 1958. Names of and variation in Certain American larger Foraminifera, particularly the discocyclind, No. 3: Am. Paleontology Bull., v. 38, No. 176, p. 411-429.

Cushman J., 1940: Foraminifera. Harvard University Press.

Dayley, Donald H., 1973. Early Cretaceous Foraminifera from the Budden Canyon Formation, northwestern Sacramento Valley, California. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., v. 106, pp. 111.

Darton, N.H., 1921. Geologic reconnaissance in Baja California: Jour. of Geol., v. 19, p. 720-748.

Davis, E.F., 1918. The radiolarian cherts of the Franciscan group: Univ. Calif. Pubs. Geol. Sci., v. 11, p. 235-432.

Dengo, G., 1950. Eclogitic and glaucophane amphibolites in Venezuela, Am. Geophys. Union Trans., v. 31, p. 873-878.

Dorbin, M.B., 1960. Introduction to geophysical prospecting: McGraw-Hill, N.Y., p. 446.

Dunbar, Carl OI, and Rodgers, John, 1957. Principles of Stratigraphy: John Wiley and Sons, Inc., N.Y., N.Y., pp. 356.

Durham, J.W., 1950. Megascopic paleontology and marine stratigraphy, pt. 2 of The 1940. E.W. Scripps Cruise to the Gulf of California: Geol. Soc. American Mem. 43, pp. 216.

Durham, J.W., 1954. The marine Cenozoic of Southern California, in Geology of Southern California: Calif. Dept. Nat. Res., Div. Mines Bull. 170, pt. 4, ch. 3, p. 23-31.

Durham, J.W. and Allison, E.C., 1960. The geologic history of Baja California and its marine faunas: Systematic Zoology, v. 9, p. 47-91.

Durham, J.W., Jahns, R.H. and Savage, D.E., 1954. Marine-nonmarine relationships in the Cenozoic section of California, in Geology of Southern California: Calif. Dept. Nat. Res., Div. Mines Bull. 170 pt. 7, ch. 3, p. 59-71.

Eardley, A.J., 1951. Structural Geology of North America: Harper and Protter Publishers, N.Y. pp. 624.

Economics of the Mineral Industries, E.H., Robic, ed., 1964. American Inst. Mining, Metallurgical and Petroleum Engrs., New York.

Emery, K.O., 1948. Submarine Geology of Ranger Bank, México. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 32, No. 5, p. 790-805.

Emery, K.O., 1960. The sea off southern California, a modern habitat of petroleum: New York, John Wiley and Sons, Inc. pp. 366.

Estavillo, William and Rogers, Mark, 1970. Potassium-argon dating of metamorphic and plutonic igneous rocks from San Matias Pass, Baja California, México: Geol. Soc. América Abstracts with Programs, v. 2 No. 2, p. 90-91.

Fife, D.L., 1968. Geology of the Bahía Santa Rosalía Quadrangle, Baja California, México: San Diego State College master's thesis.

Fisher, R.L. and Hess, H.H. in press, Trenches, in Hill, M.N., editor, The sea: Ideas and observations on progress in the study of seas, v. 3 The earth the sea. History: New York, John Wiley & Sons, Inc.

Franco, Alvaro, 1973. México's oil self-sufficiency seems assured: Oil and Gas Jour., July 23, 1973.

Frizell, D.L., 1954, Handbook of Cretaceous foraminifera of Texas. Univ. Texas, Bur. Econ. Geol., Rpt. Invest. No. 22, pp. 232.

García Gustavo, 1974. Comunicaciones personales.

Garfunkel, Zvi., 1973. History of the San Andreas fault as Plate Boundary. Geol. Soc. América Bull. v. 84, p. 2035-2042.

Gastil, R.A., Allison, E.C. and Phillips, R.P., 1968. Geologic evidence relation to the origin of the northern half of the Gulf of California, Maldonado editor, Pan American Symposium of the upper mantle. México, Upper Mantle Symp. No. 22.

Gastil, G., Phillips, R.P., 1972. The reconstruction of Mesozoic California 24 th, IGC. 1972. Section 3.

Gastil, R.G., Lemone, D.V. and W.J. Stewart, 1973. Permian Fusulinids from near San Felipe, Baja California. Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull. v. 57/4, p. 742-746. 2 figs.

Gastil, R.G., Phillips, R.P. and Allison, E.C., in press. Reconnaissance Geology of the State of Baja California: Geol. Soc. Am., Mem. 140.

Gastil, R.G., 1970. Reconnaissance potassium-argon dates for Cenezoic volcanic rocks in the State of Baja California: Geological Society of American (abs).

Gastil, R.G., 1967. Fault systems in northern Baja California and their relation to the origin of the Gulf of California: Stanford University Proceedings, p. 283-286.

Gerhard and Gulick, 1970. Lower California Guidebook. The Arthur H. Clark Company.

Goukoff, P.P., 1945. Stratigraphic relations of Upper Cretaceous in Great Valley, California. Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull, v. 29, No. 7, p. 956-1007.

Gorsline, D.S., Uchupi, F. and Terry, R.D., 1957. Sediments of three bays of Baja California - Sebastián Vizcaíno, San Cristóbal and Todos Santos: Jour. Sed. Petrology, v. 27, No. 2, p. 95-115.

GYMSA, Estudios de Planeacion Regional . Prospecto San Ignacio Cedejé
PEMEX. México 1974.

GYMSA , Estudio. Planeación Regional Prospecto San Sabas - Mesas del
40. PEMEX. México 1980.

Hamilton, Warren, 1971. Recognition on space photographs of structural
elements of Baja California: U.S. Geologyc Survey, Prof. Paper 718.

Hamilton, Warren, 1961. Origin of the Gulf of California: Geol. Soc.
América Bull., v. 72, No. 9. p. 1307-1318.

Hanna, G.D., 1972. Geology of West Mexican Island: Pan Am. Geologists.
v. 48, p. 1-24.

Harding. T.P., 1974. Petroleum Traps Associated with Wrench Faults. Am.
Assoc. Petroeum Geologists Bull. v. 58, No. 7, p. 1290-1304.

Harrison, J.C. and S.P. Marthur, 1964. Gravit Amonalies on Gulf of Cali-
fornia, Am. Assoc. Petroleum Geologist. Memmoir 3, Tulsa Oklahoma 1964.

Heim, Arnold, 1922. Notes on the Tertiary of southern lower California;
Geol. Mag. v. 59, p. 529-547.

Henryey, T.L., Bischoff, J.L. 1973. Tectonic Elementes of the Northern Gulf
of California. Geol. Soc. Am. Bull., v. 84, p. 315-330. 14 figs.

Hertlain, L.G., Pectens form the Tertiary of lower California: Calif. Acad.
Sci. Proc. 4 th ser., v. 14, No. 1.

Hertlein, L.G., 1931. Additional Pliocene and Pleistocene fossils form lo-
wer California: Jour. Paleo. U.S., p. 365-367.

Hertlein, L.G., 1933. Additions to the Pliocene fauna of Turtle Bay, lower California, with a note on the Miocene Diatomite, Jour. Paleont., v. 7, pp. 444.

Hertlein, L.G., 1934. Pleistocene mollusks from the Tres Marias Islands, Cedros Islands and San Ignacio Lagoon, México, So. Cal. Acad. Sci. Bull. v. 33, pp. 2.

Hertlein, L.G. and Allison, E.C., 1959. Pliocene marine deposits in northwestern Baja California, México, with the description of a new species of Acanthina (Gastropoda): Southern Calif. Acad. Sci. Bull. v. 58, pt. 1, p. 17-26.

Hertlein, L.G. and Grant, U.S., IV 1960. The geology and paleontology of the marine Pliocene of San Diego, California, pt. 2a: San Diego Soc. Nat. History Mem., v. 2, p. 73-133, pls. 19-26, table 1.

Hill, M.L. and Hobson, H.D., 1968. Possible post Cretaceous slip on the San Andreas fault zone, in Dickinson W.R. and Grantz A Editors. Proceedings of the conference on geologic problems of San Andreas fault system. Stanford Univ. Geol. Sci. v. 11, p. 123-129.

Hisazumi, Hisakichi, 1930. El distrito Sur de la Baja California, Anales del Instituto de Geología: Tomo V, p. 75-77.

Hutchins, J.P., 1950. Reported Chromite Deposits, Cedros Island, Lower California, México. In Mineral Trade Notes., U.S. of Interior. Spec. Supplement No. 33, July 1950, p. 1-8.

Imlay, R.W., 1963. Jurassic fossils from Southern California Jour. Paleontology, v. 37, No. 1, p. 97-107.

Imlay, R.W., 1944. Cretaceous formations of Central America and México: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 28, No. 8, p. 1077-1195.

Inman, D.L., 1966. Coastal sand dunes of Guerrero Negro, Baja California, México: Geol. Soc. América Bull.; v. 77, p. 787-802.

International Petroleum Encyclopedia, 1967. The Petroleum Publishing Co., pp. 436.

Jahns, R.H., editor, 1954. Geology of Southern California: Calif. Div. Mines Bull. pp. 170.

James, A.H. and LaBorde, R.T., 1969. Geology of the Sierra Pinta, Baja California, México, in Abstracts for 1968. Geol. Soc. América Spec. Paper 121, pp. 517.

Jordan, E.K. and Hertlein, L.G., 1926. Contribution to the Geology and Paleontology of the Tertiary of Cedros Island adjacent parts of lower California: Calif. Acad. Sci. Proc. 4 th ser., v. 15, No. 14, p. 409-464, pls. 27-34.

Keen, A.M. and Pearson, J.L., 1958. Illustrated key to west North American Gastropod genera: Stanford Univ. press.

Keen, A.M. and Frizzell, D.L., 1953. Illustrated key to west North American Palecy pod genera: Stanford Univ. press.

Kilmer, F.H., 1963. Cretaceous and Cenezoic stratigraphy and paleontology, El Rosario area, Baja California, México: UC Berkeley thesis.

King, Phillip B., 1969. The tectonics of North América - a discussion to accompany the tectonic map of North América scale 1:5,000,000: US Geol. Survey Prof. Paper 628, pp. 94.

Kirkland, Douglas, 1966. Origin of Carmen Island salt deposit, Baja California, México: Abstracts of North American Geology, pp. 492.

Kleinpell, R.M., 1938. Miocene stratigraphy of California: Am. Assoc., Petroleum Geologists, Tulsa, Oklah., pp. 450.

Knebel, G.M. and Rodríguez Erazo, G. Habitat of some Oil, Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., vol. 40, p. 547-561, April 1956.

Kovach, R.L., Allen, C.R., Press, F., 1962. Geophysical Investigation in the Colorado Delta region. Journ. Geophysical Research. v. 67, p. 2845-2871.

Krause, D.C., 1965. Tectonics, bathymetry and geomagnetism of the southern Continental Borderland west of Baja California, México: Geol. Soc. America Bull., v. 76, p. 617-649.

Krummenacher, Daniel, 1970. Reconnaissance potassium-argon dates for basement rocks in the State of Baja California: Geol. Soc. América, Abstracts with Programs, v. 2, No. 2, pp. 109.

Kuenen, Ph. H. and Migliorini, C.I., 1950. Turbidity currents as cause of graded bedding: Jour. Geology v. 58, p. 91-127.

Larson, R.L., Menard, H.W. and Smith, S.M., 1968. Gulf of California. A results of sea floor spreading and transform faulting. Science v. 161, p. 781-784.

Larson, P.A., Mudie, J.D. and Larson, R.L., 1972. Magnetic anomalies and fracture zone trend in the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull. v. 83, p. 3361-3368.

Leuorsen, A.I., 1967. Geology of Petroelum, pp. 724, W.H. Freeman and Co., San Francisco.

López Ramos, E., 1974. Geología General y de México. Litografía Universo, S.A.

Lozano Fernando, 1974. Comunicaciones personales.

Martin, Lewis, 1964. Upper Cretaceous and Lower Tertiary Foraminifera from Fresno Country, California. *Jahrbh. Geol. Bund., Sonderband 9*, pp. 128.

McEldowney, R.C., 1970. An occurrence of Paleozoic fossils in Baja California, México: *Geol. Soc. America, abs, with Programs*, v. 2, pp. 117.

McGee, D.C., 1965. Upper Cretaceous (Campanian) Foraminifera from Punta Baja, Baja California. *America Assoc. Petroleum Geologist Bull.*, v. 49, pp. 1087.

McIntyre, B.D. and Shelton, J.S., 1957. Preliminary report on tectonic history of Vizcaino Peninsula and San Benito Island, Baja California, México (abs.): *Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull.*, v. 41, No. 2, p. 352-353.

McKinstry, H.E., 1953. Shears of the second order: *Am. Jour. Sci.*, v. 251, p. 401-414.

Menard, H.W., Jr. 1955. Deformation of the northeastern Pacific Basin and the west coast of North América. *Geol. Soc. América Bull.*, v. 66, p. 1148-1198.

Menard, H.W., 1959. Minor lineations in the Pacific Basin: *Geol. Soc. América Bull.*, v. 70, p. 1491-1496.

Mina, U.F., 1957. Bosquejo geológico del territorio Sur de la Baja California: *Assoc. Mexicana Geol. Petroleros Bol.*, v. 9, Nos. 3-4, p. 141-269.

Mina, U.F., 1956. Bosquejo geológico de la parte Sur de la península de Baja California. *Internat. Geol. Cong.*, 20 th., México, D.F., Excursión A-7, p. 1-79.

Minch, J.A., 1970. A middle Miocene age for the Rosarito Beach Formation in northwestern Baja California, México: Geol. Soc. América Bull., v. 81, p. 3149-3153.

Minch, J.A., 1967. Stratigraphy and structure of the Tijuana-Rosarito Beach area, northwestern Baja California, México: Geol. Soc. América Bull., v. 78, p. 1155-1177.

Molnar, P., 1973. Fault Plane Solutions of Earthquakes and Direction of Motion in the Gulf of California and on the Rivera Fracture Zone. Geol. Soc. América Bull., v. 57 No.8, p. 1651-1658.

Moody and M.J. Hill, 1956. Wrench fault tectonics. Geol. Soc. América Bull., v. 67, No. 9, p. 1207-1246.

Moody, J.D., 1973. Petroelum Exploration Aspects of wrench Fault Tectonics Am. Assoc. Petroelum Geologist Bull., v. 57, No. 3, p. 449-476.

Moore, D.G., 1973. Plate Edge Deformation and Crustal Growth Gulf of California Structural Province Geol. Soc. América Bull., v. 84, No. 6, p. 1883-1906, 10 figs.

Moore, D.G. and Buffington, E.C., 1968. Transform and growth of the Gulf of California since the late Pliocene. Science v. 161, p. 1238-1241.

Moore, D.G., 1969. Reflection profiling studies of the California Continental Borderland Geological Society of América, Special Paper 107.

Moorhouse, W.W., 1959. The Study of Rocks in thin Sections: Harper and Row, Publishers, N.Y., pp. 514.

Morgan, W.J., 1968. Rives, trenches, great faults and crustal blocks Jour, Geophys, Research, v. 73, p. 1959-1982.

Moret, L. 1958. Manuel de Paleontologie Animale. Masson et Cie.

Muir, John M., 1936. Geology of the Tampico región, México. Am. Assoc. Petroleum Geologist. pp. 280.

Newton, R.C. and Kennedy, G.C., 1963. Some equilibrium reactions in the join $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{-H}_2\text{O}$: Jour, Geophys, Research, v. 68, p. 2967-2983.

Normark, W.R. and Curray, J.R., 1968. Geology and structure of the tip of Baja California, México: Geol. Soc. América Bull., v. 79, No. 11, p. 1589-1600.

Page, B.M., 1966. Geology of the Coast Ranges of California.- In: Geology of California, E.H. Bailes Editor Bulletin 190. Calif. Div. of Mines and Geol. San Francisco.

Pessagno, E.A., Jr., 1967. Upper Cretaceous planktonic Foraminifera from the Western Gulf Coastal Plain. Paleontolog. Americana, v. 5, p. 245-445.

Pettijohn, F.J., 1950. Turbidity currents and graywackes; a discussion: Jour. Geology, v. 58, p. 169-171.

Pettijohn, F.J., 1965. Rocas Sedimentarias. Ediciones Eudeba.

Phillips, F., 1960. The use of Stereographic Projection in Structural Geology. Edward Arnold (Publishers) L.T.D.

Phillips, R.P., 1964. Sismic refraction studies in Gulf of California.- Am. Assoc. Petroleum Geologist. Memoir 3. Tulsa, Oklah., 1974.

Phleger, F.G., 1969. A modern evaporite deposits in México: Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., v. 53, p. 824-829.

Popenoe, W.P., 1954. Mesozoic formations and faunas, Southern California and northern Baja California: Calif. Dept. Nat. Res., Div: Mines Bull. 170, pt. 3, ch. 3, p. 15-21.

Popenoe, W.P., Imlay, R.W. and Murphy, M.A., 1960. Correlation of the Cretaceous formations of the Pacific coast (U.S. and northwestern México): Geol. Soc. América Bull., v., 71, No. 10, p. 1491-1450.

Popenoe, W.P., 1942. Upper Cretaceous formations and faunas of southern California: Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., v. 26, No. 2, p. 162-187.

Ray, R.G., 1960. Aerial photographs in geologic interpretation and mapping: U.S.G.S. Prof. Paper 373.

Reynolds, J.H., 1957. Comparative study of argon content and diffusion in mica and feldspar: Geochim. Cosmochim. Acta, v. 12, p. 177-184.

Reed, Ralph D., 1933. Geology of California: Am. Assoc. Petroleum Geologist Publishers, Tulsa, Oklah. pp. 355.

Reed, Ralph D. and Hollister, J.S., 1936. Structural Evaluation of Southern California: Am. Assoc. Petroleum Geologist Publishers, pp. 156.

Rittman, A. 1963. Les volcans et leur activité Masson et Cie. Editeurs.

Roubault, M., 1949. La Genese des Montagnes. Press Universitaires de France.

Routhier, P., 1963. Les gisements metallifères. Masson et Cie. Editeurs.

Rusnak, G.A., Fisher, R.L., 1964. Structural history and evolution of Gulf of California. Am. Assoc. Petroleum Geologist. Mem 3, p. 144-156. Tulsa, Oklah.

Rusnak, G.A., Fisher, R.L., Shepard, F.P., 1964. Bathymetry and faults of Gulf of California. Am. Assoc. Petroleum Geologist Mem. 3, Tulsa, Oklah.

Russell, William L., 1951. Principles of Petroleum Geology, McGraw-Hill Book Co., N.Y., N.Y. pp. 508.

Salas, G.P., 1968. Petroleum evaluation of north-central México: Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., v. 52, p. 665-674.

Salinas Estrella Sergio, 1974. Comunicaciones personales.

Shepard, F.P., 1948. Submarine geology: New York, Harper and Bros. pp.348.

Shepard, F.P., 1964. Sea-Floor Valley of Gulf of California. Am. Assoc. Petroleum Geologist. Memoir 3, Tulsa, Oklahoma.

Schenck, H.G. and Keen, A.M., 1940. California fossils for the field geologist: Stanford Univ., California.

Shor, G.G., 1959. Preliminary report on seismic refraction survey, Gulf of California - Univ. Calif. Inst. Marine Resources, Am. Petroleum Inst. Research. pp. 51.

Shrock, Robert R. and Twenhofel, William H., 1953. Principles of Invertebrate Paleontology: McGraw Hill Book Co., Inc., N.Y., N.Y., pp. 816.

Siever, R., 1962. Silica solubility, 0-200°C and the diagenesis of siliceous sediments: Jour. Geology, v. 70, p. 127-150.

Silberling, N.J., Schoellhamer, J.E., Gray, C.H., Jr. and Imlay, R.W., 1961. Upper Jurassic fossils from the Bedford Canyon Formation southern California: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 45, No. 10, p. 1746-1748.

Sommer, Michael, A., 1970. Potassium-argon dates for Pliocene rhyolite sequences east of Puertocitos, Baja California. *Geol. Soc. América. Abs. with Programs*, v. 2, p. 145-146.

Stehli, F.G., Allen, C.R. and Silver, L.T., 1958. Geology and age relations of rocks of Baja California, México (Abstract): *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 42, p. 215-216.

Supe, J., 1970. Offset of Late Mesozoic basement terrains by the San Andreas Fault.- *Geol. Soc. América Bull.*, v. 81, p. 3253-3258.

Taliaferro, N.L., 1943. Franciscan-Knoxville problem: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 27, p. 109-219.

Tanner, W.F., 1962. Surface structural patterns obtained from strike-slip models.- *Journ Geol.*, v. 70, p. 101-106.

Tanner, W.F., 1967. Models in R.W. Fairbridge, Ed. *Encyclopedia of atmospheric sciences and astrogeology* New York, p. 836-839.

Tanner, W.F., 1968. Tensional basins on the eastern edge of Asia *Geol. Soc. Japan Journ.* v. 74, p. 583-588.

Tanner, W.F., 1968. Origin of Gulf of México, VI, additional vol data. *Gulf. Coast Assoc. Socs. Trans.* v. 18, p. 98-107.

Termier, H. et al., 1956. *Petrogèneses*. Masson et Cie. Editeurs.

Trujillo, E.F., 1960. Upper Cretaceous foraminifera from near Redding. Shasta Country, California. *Jour. Paleont.*, vol. 34, No. 2, p. 290-346.

Turner, F. and Verhoogen, J., 1960. *Igneous and Metamorphic Petrology* McGraw Hill Book Company Inc.

U.S. Geological Survey, 1966. Mineral resources of California: U.S. Geological Survey and Calif. Div. Mines and Geol. pp. 405.

Vedder, J.G., et. al., 1969. Geology, Petroleum Development, and Seismicity of the Santa Bárbara Channel Región, California: U.S. Geological Survey Professional Paper. pp. 679.

Weaver, C.E. and others, 1944. Correlation of the marine Cenozoic formations of western América: Geol. Soc. América Bull., v. 55, No. 5 chart 11, p. 569-598.

Weeks, L.G., ed., 1958. Habitat of Oil - A Symposium: Am. Assoc. Petroleum Geologist.

Wilcox, R.E., Harding, T.P., Selly, D.R., 1973. Basic Wrench Tectonics. The Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 57, No. 1, p. 74-96.

Willis, B., 1927. Folding or shearing, wich?: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 11, p. 31-47.

Winterer, E.L. and Durham, D.L., 1962. Geology of southeastern Ventura basin, Los Angeles Country, California: A study of the stratigraphy, structure and ocurrence of oil in the late Cenozoic Ventura basin: U.S. Geological Survey Professional Paper, 334-H.

Wisser, E., 1954. Geology and ore deposits of Baja California, México: Econ. Geol., v. 49, No. 1, p. 44-76.

Woodford, A.D., 1960. Bedrock problems and strike. Slip faulting in southwestern California. Am. Journ. Sci. v. 258-A, p. 400-417.

Woodring, W.P. and Bramlette, M.N., 1950. Geology and Paleontology of the Santa María District California: Including a summary of the geologic fractures of producing and potential oil fields: U.S. Geological Survey Professional Paper, 222, pp. 185.

Woodring, W.P., Branlette, M.N. and Kew, W.S.W., 1964. Geology and Paleontology of Palos Verdes Hills, California: U.S. Geological Survey Professional Paper 207, pp. 145.

Yerkes, R.F., T.H. McCulloh, J.E., Schoellhamer and J.G., Vedder, 1965. Geology of the Los Angeles basin, California - An introduction; The evolution of a most prolific oil district and the framework for several detailed reports on its geology and gravitational aspects: U.S. Geological Survey Professional Paper 420-A, pp. 57.

A N E X O S

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"
(1 - 4)

LOCALIDAD: MESAS DEL CARRIZO AL OCCIDENTE DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORAMINIFERO	WANNO	PLANCKTON	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
C	E	N	D	Z	U	I	C	U	0.0	Areniscas de grano fino, inmaduras subangulosas y medianamente compactas, de color verdoso que intemperiza a gris claro amarillento, contiene abundantes micas. Se presenta en capas de 80 cm., que --	Estratificación gruesa.
T	E	R	C	I	A	R	I	O	36 m.	ocasionalmente y intercalan con lutitas calcáreas que se presentan en capas de 1 a 20 cm. Son compactas y plásticas, con fractura con coidea .	
E	E	D	C	E	N	O			30 m.	Espeor Cubierto.	
P	E	E	S	I	A	N	O		30 m.	Arenisca de grano fino a medio mal clasificada, inmadura de color gris que intemperiza a amarillento, presenta abundantes micas y --- algunos estratos oxidados. Ocasionalmente se intercala con capas de lutita plástica.	Bancos Masivos.
P	E	E	S	I	A	N	O		5 m.	Lutitas Calcáreas que intemperizan en gris claro, son plásticas y bien compactas, contienen algunas micas.	
P	E	E	S	I	A	N	O		5 m.	Areniscas de grano medio, subaguloso de color gris claro que intemperiza a gris rosado . Son inmaduras, muy porosas y mal clasificadas, con sementante calcareo.	Bancos Masivos, vetillas rellenas de óxido de hierro.
P	E	E	S	I	A	N	O		12 m.	Intercalaciones de areniscas de grano fino y lutitas calcareas. -- Ambas son de color gris verdoso que intemperizan en color gris amarillento. Las areniscas son inmaduras micáceas, porosas y medianamente compactas.	Estratificación gruesa.
P	E	E	S	I	A	N	O		90 m.	Espeor Cubierto.	
P	E	E	S	I	A	N	O		36 m.	Areniscas de grano medio anguloso de color verdoso que intemperiza en verde grisáceo, sumamente micacea, poroso y deleznable. Se intercala con lutitas limosas que se presentan en capas medianas, son de color verde pistache que intemperiza en verde amarillento.	Estratificación ondulada, lentes de arena.

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"
(2 - 4)

LOCALIDAD: MESAS DEL CARRIZO AL OCCIDENTE DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

	ERA SISTEMA SERIE PISO NANNO PLANCKTON FORAMINIFERO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
C E N O Z O I C O	P A L E O C E N O	T H A N E T I A N O	E O C E N O	Y P R E S I A N O	D I S C O A S T E R M U L T I R A D I A T U S P - 3 P - 4	B A T E Q U E
			2	262 m	Espesor Cubierto.	
			2	9 m	Intercalaciones de limolitas y areniscas. Las limolitas son calcáreas de color beige que intemperiza en café grisáceo. Las areniscas son cuarzofeldespáticas con mediana cantidad de micas de grano medio y -- deleznales.	Estratificación Media.
			2	15 m	Areniscas de grano medio, cuarzofeldespáticas, micáceas y deleznales. Son de color verde grisáceo que intemperiza a tonos más claros. Contiene gran cantidad de concreciones ferruginosas de diversos tamaños y formas que varían de tamaño entre 60 y 200 cm. de diámetro.	Estratificación Masiva, concreciones ferruginosas.
			2	10 m	Espesor Cubierto.	
			2	61,5m	Intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino. Las limolitas son de color gris verdoso que intemperiza en café claro, son plásticas, salobres, porosas y deleznales, se presentan en capas delgadas. Las areniscas son compactas, de color gris verdoso y se intemperiza en café claro, se presentan en capas delgadas, son porosas y -- tienen concentraciones de óxidos. Ambas rocas son calcáreas en algunas partes.	Estratificación Delgada, concentraciones de óxidos, estratificación ondulada y gradada, concreciones ferruginosas, estructuras de carga y algunas capas de yeso.
			2	250 m	Espesor Cubierto.	
			2	3,5m	Limolitas arenosas de color gris verdoso que intemperiza a gris claro presenta algunas micas.	Estratificación Delgada y Ondulada
			2	20 m	Arenisca con grano fino de color gris claro, son porosas e imaduras, tienen sementación diferencial, la estratificación varia de gruesa a muy delgada.	Sementación diferencial.
			2	76,5m	Espesor Cubierto.	
			2	12 m	Limolitas arenosas de color gris intemperiza en amarillento con sementante calcáreo.	Rizaduras de corriente.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"
(4 - 4)

LOCALIDAD : MESAS DEL CARRIZO AL OCCIDENTE DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

		DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
M E S O Z O I C O	C E N O Z O I C O		
CRETACICO	TERCIARIO		
SENOGIANO	PALEOCENO		
MAESTRICHTIANO	DANIANO		
	P - 1		
VALLE SUPERIOR	BATEQUE		
S - 1	D - 1	11.5m 15.5m 336 m 132 m	Concreciones calcáreas. Laminaciones, lineación de partituras. Intercalaciones rítmicas - tipo flysch.
		silicificadas son de color gris verdoso que intemperiza en café claro, están dispuestas en capas delgadas . Lutitas de color verde claro que intemperiza a verde pistache, son -- plásticas fisiles y astillosas, presentan fractura concoidea. Areniscas de grano medio y fino angulosos y subangulosos de color café amarillento que intemperiza a pardo es muy inmadura, presenta laminaciones. Espeñor Cubierto. Intercalaciones de areniscas (grauvacas feldespáticas) y limolitas en capas medianas y delgadas ambas rocas son de color gris verdoso oscuro que intemperiza en café claro amarillento.	

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "a"
(1 - 1)

LOCALIDAD: BORDE OCCIDENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
EORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

D E N O Z O I C O	R C I A R I O	E O C E N O	Y P R E S I A N O	DISCOASTER P - SUBLODOENSIS 9	S A T E Q U E	2.60	<p>Arenisca de grano medio subredondeado a subanguloso, inmadura, cuarzo-feldespática, de color gris verdoso que intemperiza en verde amarillento, porosa, permeable, mediana compactación a deleznable; se aprecian vetillas diagonales de calcita.</p> <p>Intercalaciones de limolitas arenosas, lutitas limosas y ocasionalmente areniscas de grano fino, con estratificación gradada, dispuestas en capas de 5 a 20cm. Las limolitas arenosas son de color gris verdoso, que intemperiza en ocre, presentan concentraciones de óxidos de hierro, estratificación laminar y convoluta, medianamente compactadas y algo plásticas, algunos horizontes muestran fragmentos de fósiles, icnofósiles, espículas de equinodermos y microfauna (70% del paquete). Las lutitas son escasas, plásticas de color gris verdoso que intemperizan en gris pardusco. Las areniscas son de grano medio y fino mal clasificadas, desaparecen hacia la parte media de la secuencia. Hacia la base las lutitas son calcáreas dispuestas en capas de 10 a 15cm. Se intercalan con limolitas en capas de 40cm.</p>	<p>Estratificación delgada (5 a 20 cm). Estratificación laminar, estratificación gradada, estratificación convoluta.</p> <p>Estratificación laminar, estratificación gradada.</p> <p>Estratificación delgada (5 a 10 cm); estratificación laminar.</p>
						67		
						33.35		

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(2 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	I	C	O				Arenisca masiva de grano muy fino, subanguloso a subredondeado, gravillenta, de color gris que intemperiza en amarillo ocre, cuarzofeldespática, micácea y muy porosa, se le aprecian trazas de estratificación ondulada. En la parte media se presenta una capa delgada de conglomerado polimictico de fragmentos bien redondeados.	Traza de estratificación ondulante.
I	R	I				17.45	Limolitas masivas medianamente compactas, de color amarillo pardusco que intemperiza en amarillo más claro, micácea; se intercalan eventualmente con delgadas capas de materiales arcillosos.	Barrenos biógenos (Icnofósiles).
O	A	O				5.85	Areniscas de grano fino a muy fino, micáceas, de color amarillo ocre que intemperiza a amarillo más claro, están dispuestas en capas de 20 a 30 cm. Hacia la parte superior se presentan intercaladas areniscas masivas de grano medio y una capa de 1.50m. de un conglomerado - polimictico de fragmentos redondeados a bien redondeados.	Estratificación delgada 20 a 30 cm. estructuras de carga; barrenos biógenos (icnofósiles).
N	I	N				19.40	Areniscas de grano fino, masivas, muy micáceas de color gris que intemperiza en gris claro y amarillo ocre, se intercalan eventualmente con capas de limolitas arenosas, impregnadas de sal; ambas rocas presentan estratificación ondulante.	Estratificación ondulante. Estratificación ondulante.
O	C	E				9.70		Barrenos biógenos (Icnofósiles).
N	C	E				1.00	Limolitas areno-arcillosa, micáceas, de color verde grisáceo que intemperiza a beige, presenta yeso secundario, concreciones ferruginosas; están dispuestas en capas delgadas y bancos de 50 a 100 cm. -- Eventualmente se presentan bancos masivos de areniscas delezneables de grano fino de color gris claro que intemperiza en gris amarillento.	Estratificación delgada ondulante. Estratificación gruesa. Estratificación delgada y ondulante; concreciones ferruginosas.
E	S	E				28.60		
							Limolitas de color gris amarillento que intemperiza en gris claro, --	

LKA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKION
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(3 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

U C I L O N O C N O R E E	A - 1 (a)	15.60	dispuestas en bancos masivos presentan un alto contenido de óxidos - formando concreciones. Hacia la parte superior del paquete se encuentran areniscas delezneables micáceas de color gris que intemperiza - en amarillo, hacia la parte inferior se encuentran areniscas de grano fino, micáceas.	Barrenos biógenos (Icnofósiles) Estratificación media gruesa (500 a 100cm.) lentes de arcilla; concreciones ferruginosas (5 a 50cm. de diámetro). Estratificación ondulante; lentes de conglomerado intraformacional. Pequeños lentes de arenisca; concreciones de óxidos de hierro; barrenos biógenos - (Icnofósiles).
A - 1 (a)	60.00	Espeor Cubierto		
A - 1 (a)	24.80	Arenisca de grano fino, cuarzo feldespática de color gris verdoso que intemperiza en gris blanqueco, presenta moldes de pelecipodos, está dispuesta en capas de 20 a 30cm., de potencia, presenta capas de yeso entre los planos de estratificación. Hacia la base del paquete la arenisca se vuelve delezneable.	Estratificación delgada (20 a - 30 cm.)	
A - 1 (a)	13.60	Intercalaciones de lutitas de color gris que intemperizan a gris pardo, presenta abundantes concentraciones de óxidos con areniscas micáceas de grano fino dispuestas en capas que varían de 40 a 120 cm., de espeor.	Estratificación delgada (20cm). lentes arcillosos; concreciones ferruginosas. Estratificación media a gruesa (40 a 120cm).	
A - 1 (a)	28.00	Limolitas arenosas algo micáceas de color gris verdoso que intemperiza en pardo amarillento y blanco grisáceo, presentan algunos planos de estratificación ondulante, y pequeños clastos de lutitas.	Estratificación gradada. Estructura de corte y relleno (Paleocanal) Algo de estratificación ondulada.	

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(4 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	I	C	O			6.80	Lutitas de color gris oscuro que intemperiza en gris claro, están -- muy fracturadas; bajo estas rocas se encuentran areniscas de color -- verde claro oxidadas y salobres al intemperismo, algo micáceas y delezneables.	
I	I	R	I			90.00	Areniscas de grano medio y fino, de color gris verdoso, que intemperiza en beige, ocre y verde grisáceo claro, micáceas, cuarzofeldes-- páticas, muy delezneables y porosas. Están dispuestas en bancos masivos de 150 a 600 cm. de potencia; presentan concreciones de óxidos -- delgadas capas de yeso epigenético. Eventualmente se intercalan con capas de arenisca compacta y hacia la base del paquete, con limolitas arenosas, fosilíferas, distinguiéndose gasterópodos, pelecípodos y braquiópodos.	Estratificación gruesa; concreciones ferruginosas. Estratificación media a gruesa (50 a 150 cm). algunas capas -- ligeramente gradadas. Estratificación media (60cm), en artes gradada y ondulante; concreciones de óxido de hierro; Estratificación gruesa (150 a 600 cm). incipientemente gradada
O	A	R	O			34.40		
N	I	A	N			10.00	Areniscas micáceas; de grano fino de color gris verdoso que intemperiza en crema rosáceo, están dispuestas en capas de 50 a 100cm. Eventualmente se presenta una capa de limolita arenosa hacia la cima del paquete.	Estratificación gruesa. Estratificación media a gruesa (50 a 100cm). Estratificación media a gruesa; concreciones ferruginosas.
O	C	E	N			3.20	Limolitas micáceas de color café verdoso.	
O	I	A	N			17.00		
N	A	B	O			3.60	Arenisca de grano fino a medio micéas, de color gris que intemperiza a ocre, delezneables. Bajo estas rocas se presentan limolitas arenosas dispuestas en bancos masivos de 150cm., de espesor.	Estratificación gruesa (150cm). Estratificación gruesa (50cm.) presenta laminaciones .
E	P	R	I			8.50	Areniscas de grano fino de color gris que intemperiza en amarillento, dispuestas en bancos masivos de 150 cm. Se intercalan capas de limolitas compactas y delgadas capas de materiales arcillosos.	
C	D	I	S			10.00		

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(5 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

EKA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANHO PLANCKTON
EORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

				DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O C I R O N C C N R E C E	O I O N E B A R T O N I A N O	O I O N E B A R T O N I A N O	P - 14	<p>Limolitas de color pardo amarillento, que intemperiza en amarillo ocre, micáceas. Presenta lentecillos de lutita, concentraciones de óxido y de cementante calcáreo de 15cm., de diámetro.</p> <p>Arenisca de grano fino a medio, micácea, deleznable, de color gris que intemperiza a ocre, dispuesta en bancos masivos de hasta 200cm.</p> <p>Limolitas arenosas de color verde grisáceo, algo micácea, dispuestas en capas de 15cm. a bancos de 350cm., se intercalan con areniscas limosas dispuestas en capas de 40cm., de espesor</p> <p>Areniscas de grano fino medianamente compactas, micáceas de color gris que intemperiza a pardo grisáceo. Hacia la base del paquete se tornan delezneables, presentando concreciones ferruginosas.</p> <p>Lutitas limosas de color gris verdoso que intemperiza en gris claro están dispuestas en capas delgadas presenta concreciones ferruginosas.</p> <p>Limolitas de color gris claro que intemperiza en gris verdoso dispuestas en bancos masivos de hasta 200cm., presentan delgadas capas de yeso singenético y microfaua eventualmente se intercalan con delgadas capas de lutitas fosilíferas, calcáreas, se les aprecian moldes de polícipodos.</p>	<p>Pequeños lentes de lutita; concreciones de óxidos de hierro. Estratificación gruesa (200cm). Estratificación delgada a gruesa. (15 a 350cm).</p> <p>Concreciones ferruginosas. Estratificación delgada; concreciones ferruginosas. Estratificación gruesa. Estratificación delgada (5cm).</p> <p>Estratificación gruesa (100 a 150cm).</p> <p>Estratificación media a gruesa (30 a 100cm).</p>
				5.00	
				9.50	
				5.05	
				6.00	
				18.80	
				23.40	

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKION
EORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(6 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	O	O	O			4.00	De la parte media del paquete hasta la base se intercalan las limolitas y areniscas anteriormente descritas. Limolitas fosilíferas, plásticas; están dispuestas en capas de 30 a 60 cm., de espesor, presenta horizontes de yeso de 1 a 5cm; ostreas, turritélidos, huesos de pescado e icnofósiles.	Estratificación delgada a media (20 a 60cm). barrenos biógenos (icnofósiles). Estratificación media.(40cm).
C	I	R	O	BARTONIANO		17.00	Areniscas de grano muy fino, fosilíferas, de color gris que intemperiza en café claro y pardo rojizo, presenta abundantes cantidades de óxidos de hierro y de ostreas; están dispuestas en capas de 40 cm.. Eventualmente se intercalan con areniscas de grano fino, dispuestas en capas de 50 a 100cm.	Estratificación media a gruesa (50 a 100 cm).
Z	I	A	N			23.30	Limolitas areno-arcillosas, compactas, plásticas, fosilíferas y calcáreas, los fósiles que se aprecian son: gasterópodos, pelecípodos, equinodermos y discocyclinas: presenta icnofósiles y vetillas de yeso. En partes se intercalan con areniscas limosas, calcáreas, fosilíferas, dispuestas en capas de 20 a 60cm., de espesor. Las limolitas areno-arcillosas pasan gradualmente a areniscas de grano fino, hacia la base de la columna.	Estratificación delgada a media (20 a 50cm); barrenos biógenos (icnofósiles). Estratificación delgada a media (10 a 40cm). Estratificación delgada 20 a 25 cm). Estratificación delgada (15 a 30 cm), ondulante gradada hacia la cima.
N	C	E	E	LUTERIANO		16.70	Arenisca de grano muy fino, de color verde olivo, amarillento que intemperiza en más amarillento, muestra una incipiente estratificación gradada y cruzada, son porosas, permeables y calcáreas, contienen equinodermos, fragmentos de ostreas, tallos de crinoides, vertebras y huesos de peces, gasterópodos, se presentan en capas de 20cm., y bancos de 100 a 150cm. Se intercalan con areniscas fosilíferas compactas de color gris que intemperiza en pardo verdoso y blanco, se presentan en capas que varían de 10 a 25cm., de espesor.	Estratificación media a gruesa (50 a 100cm). Incipiente estratificación gradada, local y ligeramente cruzada, barrenos biógenos (icnofósiles). Estratificación delgada (20cm.)
E	R	O	C	DISCASTER SUBLDOENSIS		4.00		
C	E	E	E	WANNOTETRINA QUADRATA		8.10		
				P - 10				
				P - 11				
				P - 12				
					A - 2			

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(7 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	NANNO PLANKTON	FORAMINIFERO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.	
C	E	R	O	N	O	I	C	O	Estas areniscas desaparecen hacia la base. Después de 4m., cubiertos aparecen las areniscas de grano muy fino intercaladas con capas de limolitas fosilíferas con espesores de 40 a 100 cm.	Estratificación media a gruesa (40 a 100 cm).	
E	R	O	C	I	A	R	I	O	3.00 Limolitas arenosas, plásticas y delezneables se intercalan con areniscas de grano muy fino compactadas, ambas rocas son calcáreas, sablones y fosilíferas, apreciándose discocyclinas, huesos de peces y microfauna; están dispuestas en capas de 5 a 60cm. Eventualmente se presentan intercalaciones de lutitas limosas y limolitas con estratificación delgada y ondulante.	Estratificación delgada a media (10 a 50cm).	
E	R	O	C	I	A	R	I	O	9.25	Estratificación delgada (20 a 30cm)., gradada y ondulante; concreciones de óxidos de hierro.	
E	R	O	C	I	A	R	I	O	120.00	Limolitas con estratificación gradada y ondulante.	
E	R	O	C	I	A	R	I	O	12.60	Limolitas compactas, fosilíferas, calcáreas, algo micáceas, de color verde amarillento que intemperiza en beige, están dispuestas en capas de 20 a 60cm., de espesor, presentan lentes de conglomerado, concentraciones de óxidos. Hacia la parte media del paquete se presenta un cuerpo de arenisca limosa con icnofósiles, micas y óxidos de hierro.	Estratificación media a delgada (20 a 60cm). lentes de conglomerados.
E	R	O	C	I	A	R	I	O	12.80	Estratificación media a gruesa (40 a 100cm).	
E	R	O	C	I	A	R	I	O	13.30	Limolitas fosilíferas, de color gris verdoso; presentan estructuras de carga en forma local, concreciones ferruginosas de 5cm., laminaciones; se distinguen discocyclinas, huesecillos de peces, gasterópodos y bivalvos.	Estratificación delgada a gruesa (20 a 80cm). Lentes de caliza (Mudstone). Estratificación delgada (20cm). concreciones.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "b"
(I - 1)

LOCALIDAD: EXTREMO NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA.
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA.	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C	E	N	O	Z	O	I	C	O
T	E	R	C	I	A	R	I	O
	E	O	C	E	N	O		
	Y	P	E	S	I	A	N	O
	L	U	T	E	I	A	N	O
	D	I	S	C	O	A	S	T
	P	-	9	S	U	B	L	O
	P	-	10	P	-	10		
	B	A	T	E	Q	U	E	
						37.10		
						20		
							Areniscas de grano fino limosas, de color gris verdoso que intempera en más claro; son medianamente compactas, calcáreas y fosilíferas. Presentan fragmentos de equinodermos, huececillos de peces, microfaua, turritélidos, pelecípodos; estratificación gradada y laminar. Están dispuestas en capas de 20 a 30 cm., y en bancos masivos hasta de 3m., de potencia. Ocasionalmente se intercalan con areniscas de grano fino, porosas y permeables, con areniscas inmaduras fosilíferas y con areniscas delezneables.	Estratificación delgada a -- gruesa (20 a 70cm). Estratificación burdamente gradada. Estratificación delgada (20cm.) Estratificación laminar, gradada ondulada, volcada, convoluta, localmente cruzada; estructuras de corte y relleno; lentes de conglomerado intraformacional. Estratificación gruesa (80cm); concreciones arenosas compactas.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "b"
(1-2)

LOCALIDAD: EXTREMO NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA SISTEMA SERIE PISO NANNO PLANCKION EORAMINIFERO.	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C E N O Z O I C O	T C E R C I A R I O	LUTETIANO	26.40	Areniscas de grano muy fino, delezneables, algo calcáreas, micáceas, y fosilíferas. Presentan abundantes descocyclinas, pelecípodos, ostreas y tallos de crinoides, vetillas rellenas de yeso y zonas de oxidación. Están dispuestas en bancos de 1.20m. de espesor. Se intercalan con limolitas fosilíferas, presentando abundantes fragmentos de fósiles, bivalvos, ostreas, discocyclinas y microfauna. Se presentan en capas de 30 a 80cm., y en bancos de 1.50 a 2.00m., de potencia. Ambas rocas son de color gris verdoso que intemperiza en ocre y en blanco. Hacia la base del paquete desaparecen las limolitas, presentándose horizontes de grainstones con fragmentos de fósiles.	Estratificación gruesa (120cm). Estratificación media a gruesa (30 a 80cm); concreciones arenosas. Estructuras de carga.
Z O I C O	E O C E N O	LUTETIANO	54.00	Limolitas arcillosas de color gris verdoso que intemperiza en amarillo ocre; son medianamente compactas y algo fosilíferas. Presentan concreciones ferruginosas, capas de yeso, discocyclinas y microfauna. Están estratificadas en bancos de 120 a 400 cm. Se intercalan eventualmente con grainstones fosilíferos y areniscas de grano fino medianamente compactas, en partes micáceas y algo fosilíferas, apreciándose ostreas y pelecípodos; están dispuestas en bancos de 100 a 150 cm. de espesor. Los grainstones fosilíferos se presentan en capas de 30 y 40 cm. de espesor, en la fauna se distinguen tallos de crinoides, pelecípodos, gasterópodos y equinodermos.	Estratificación gruesa (150cm); concreciones ferruginosas. Concreciones ferruginosas.
E N O Z O I C O	C I A R I O	SUBLODOENSIS	5.00	Areniscas limosas, micáceas, pasan gradualmente a areniscas de grano fino; son de color gris verdoso que intemperiza en amarillo. Están dispuestas en capas de 15 a 70 cm., y en bancos de 120 cm., de espesor.	Estratificación gradada; estructuras de carga. Estructuras de carga. Estratificación delgada a gruesa (15 a 70 cm.)
C E N O Z O I C O	P - B	P-10	2.00	Limolitas de color verde grisáceo que intemperiza en blanco y amarillento, presenta abundantes discocyclinas y cementante calcáreo. Están dispuestas en capas de 30 a 60cm. de espesor.	Estratificación media (30 a 60 cm), concreciones arenosas.
		U E	4.00		

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "c"
(1 - 2)

LOCALIDAD: PORCION NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA SISTEMA SERIE PISO NANNO-PLANKTON FORAMINIFERO	FORMACION COLUMNA ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C T E E R R O C C I I U U L L I I O	B A T E Q U E	P-9	P - 11 P - 12
L U E T I A N O - N A M O T E T R I N A	B A R T O N I A N O - Q U A D R A T A	P - 11 P - 12	P - 11 P - 12
		0.0	
		11.40	
		25.50	
		28.00	
		21.50	
		15.20	

Areniscas cuarzofeldespáticas de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros; son delezneables y algo micáceas. Están dispuestas en capas de 20 a 100 cm. de potencia. Ocasionalmente se presentan areniscas compactas y calcáreas con abundante microfauna, dientes de tiburón y ostras. En la cima se presenta una capa de conglomerado - polimíctico con abundantes dientes de tiburón.

Limolitas de color gris verdoso que intemperiza en crema y ocre; son calcáreas y fósilíferas. Presentan fragmentos de ostras, turritélidos y microfauna. Están dispuestos en bancos de 150 a 200 cm. de potencia. Se intercalan con areniscas de grano medio compactas y calcáreas apreciándoseles abundante microfauna; están dispuestas en capas de 30 a 50 cm. de espesor.

Areniscas de grano fino, cuarzofeldespáticas, micáceas, algo calcáreas y medianamente compactas, de color gris verdoso que intemperiza en amarillo verdoso. Están dispuestas en bancos masivos de 150 cm., de potencia. Se intercalan con delgadas capas de arenisca de grano medio y mejor compactadas.

Limolitas de color verde pardusco que intemperiza en gris; presentan fracturas rellenas por yeso, algunas concreciones ferruginosas y microfauna. Están estratificadas en bancos masivos de 150 cm. de espesor.

Arenisca de grano muy fino de color verde pardusco con manchas de óxidos que intemperiza en crema verdoso. Es calcárea y cuarzofeldespática; presenta mediana cantidad de microfauna y concreciones arenosas. Está dispuesta en bancos masivos de 100 a 150 cm. de espesor. Hacia la base el espesor de las capas es de 20 cm. y el color cambia a café grisáceo, intemperizando en gris claro.

Estratificación media (30 a 50 - cm.) gradado.

Estratificación delgada a gruesa (20 a 100 cm.)

Estratificación gruesa (150 a - 200 cm)

Estratificación delgada (20 cm) en areniscas.

Estratificación delgada (30cm) - en areniscas

Estratificación gruesa en limolitas.

Estratificación gruesa (150 cm) Estratificación delgada (20 cm)

Estratificación media (50 cm)

Estratificación gruesa (150 cm) en ocasiones delgada (5cm).

Estratificación gruesa, concreciones arenosas.

Estratificación convoluta.

Estratificación delgada (20cm)

Estratificación delgada a media.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "c"
(2 - 2)

LOCALIDAD: PORCION NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
EDRAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

C T LUTETIANO	E E LUTETIANO	N P E	O C O	Z C -	Q I -	U A BARTONIANO	D. SUBLODGENSIS P - 10	Q E -	U R -	E T -	P - 9	33.00	Limolitas arcillosas de color verde que intemperiza en ocre amarillo y blanco. Son calcáreas y fosilíferas, presentan pocas concreciones ferruginosas, pequeñas laminaciones, abundantes discocyclinas y tallos de crinoides. Están dispuestas en capas de 25 a 100 cm. Hacia la base dejan de ser arcillosas y pasan gradualmente a areniscas de grano fino.	Estratificación media a gruesa (30 a 100 cm.) en algunos casos gradada; concreciones ferruginosas.
---------------------	---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	----------------------	---------------------------	-------------	-------------	-------------	-------	-------	---	--

SECCION ESTRATIGRAFICA " C "

(1 - 5)

LOCALIDAD : PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.	
C	E	F	N	Q	I	C	3.20	Areniscas de color gris verdoso con pequeños horizontes de color ocre que intemperiza en gris claro amarillento, presenta una ligera estratificación ondulante, fracturas rellenas por yeso y concreciones de mica.	Estratificación gruesa, ondulante.
							45.00	Areniscas de grano muy fino, limosas cuarzo-feldespáticas, muy micáceas, algo calcáreas, de color café verdoso que intemperiza en verde amarillento, se les aprecia microfauna y algunos fragmentos de equinodermos. Están dispuestos en capas de 40cm. Se intercalan eventualmente con arenisca de grano medio, subanguloso, cuarzo-feldespática, micácea, salobre, de color verde grisáceo que intemperiza en blanco; es medianamente compacta, se presenta en capas de 20 a 30cm., de espesor.	Estratificación media (50cm). Estratificación delgada (20 a 30 cm.)
							46.50	Limolitas arcillosas con estratificación gradada de color gris verdoso y negro que intemperiza en crema amarillento, medianamente compactas, calcáreas presentan moldes externos de pelocípodos y vetillas de yeso secundario, hacia la base del paquete las limolitas se hacen arenosas, presentando una raya verde, intercalándose con lutitas limosas plásticas; estas presentan impresiones de pelocípodos, regular contenido de microfauna y concentraciones de óxido de hierro. Eventualmente se presenta hacia la parte superior del paquete un banco de areniscas cuarzo feldespáticas, micáceas de grano fino y deluzneables.	Estratificación delgada (20 a 30cm.) Estratificación media (40cm). Estratificación delgada a media (20 a 50cm). Estratificación gruesa (150cm).
							10.00	Areniscas de grano muy fino, medianamente compactas y deluzneables, calcáreas, incipientemente gradadas, presentan vetillas de yeso epigenético, concentraciones de óxido de hierro y en forma muy local es estratificación ondulante. En la base del paquete se aprecian	Estratificación delgada y gradada. Estratificación delgada y gradada. Estratificación delgada y gradada. Estratificación delgada (10 a 20cm.) incipientemente gradada. Estratificación delgada. Estratificación incipientemente gradada y localmente ondulada.
							37.25		
							15.15		

SECCION ESTRATIGRAFICA " C "

(2 - 5)

LOCALIDAD : PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
EORAMNIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.						
C R E T A C E O S E N O Z O I C O	E R O C E	B A R O C E	P R I A B O N I A N O	D I S C O A S T E R B A R B A D I E N S I S	P - 1 5	5.20	turrítelidos, gasterópodos, pelecípodos y braquiópodos. Arenas de grano fino, micáceas, dispuestas en forma masiva, presentan óxidos de hierro y concreciones arenosas de color gris claro.	Estratificación lenticular. Estratificación delgada, gradada y ondulada. Estratificación incipientemente gradada; algunas concreciones arenosas.						
						4.40	Areniscas de grano fino, medianamente compactas, salobres e inmaduras, de color gris verdoso que intemperiza en café claro verdoso, -- presentan yeso sinagético. Se encuentran contenidos entre las areniscas un paquete de lutitas plásticas de color gris verdoso, muy claro que intemperiza en tonos más claros y ocre, salobres. Ambos están -- dispuestos en capas de 10 a 15cm., de espesor.	Estratificación delgada (5 a 10 cm).						
						14.70		Estratificación delgada (15cm).						
						N E O C E N O S E N O	E R O C E	B A R O C E	P R I A B O N I A N O	D I S C O A S T E R B A R B A D I E N S I S	P - 1 4	11.50	Areniscas de grano muy fino, limosas de color gris verdoso que intemperiza en gris pardusco y blanco, presentan concreciones arenosas y acunamientos laterales, en partes pasan gradualmente a limolitas arenosas; están dispuestas en capas de 15 a 40cm., y en bancos de 100 a 150 cm. de espesor.	Estratificación gruesa (100 a - 120cm). gradada. Estratificación delgada a media (15 a 40cm)., gradada posiblemente cruzada con concreciones arenosas.
												15.00	Areniscas de grano muy fino, limosas de color gris verdoso que intemperiza en gris pardusco y blanco, presentan concreciones arenosas y acunamientos laterales, en partes pasan gradualmente a limolitas arenosas; están dispuestas en capas de 15 a 40cm., y en bancos de 100 a 150cm., de espesor. Después de un espacio cubierto, afloran nuevamente estas rocas, siendo en esta porción muy fosilíferas, distinguiéndose: turrítelidos, gasterópodos, pelecípodos, equinodermos, -- espículas, huesos de peces y ostras.	Estratificación media a gruesa (40 a 150 cm).
												12.30		Estratificación gruesa (>100 cm)
						28.00	Epesor Cubierto							

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " C "
(3 - 5)

LOCALIDAD : PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	C	I	O		D - 11	18.00	Limolita arcillosa de color amarillo verdoso que intemperiza en amarillo crema, estratificación gruesa muy fracturada, con vetillas de yeso relleno de fracturas, se aprecian concreciones ferruginosas y abundantes fósiles (turritélidos, equinodermos, marcas de gusanos y discocyclinas). Hacia la base desaparecen los fósiles y pasan a limolitas arenosas.	Estratificación gruesa, concreciones ferruginosas. Estratificación gruesa.
Z	O	I	A	BARTONIANO	Q	71.60	Areniscas de grano fino a medio, en partes cuarzofeldespática, calcáreas, muy compacta, generalmente de color gris verdoso y gris claro, que intemperizan en ocre y blanco. Es muy fosilífera, observándose huesos de peces, escamas, equinodermos, braquiópodos, ostrácodos, turritélidos, discocyclinas y gran cantidad de microfauna. En algunas porciones del paquete se forman concentraciones de fósiles, formándose capas muy resistentes y compactas a la erosión. Hacia la base del paquete las areniscas dejan de ser fosilíferas, siendo de grano medio, cuarzofeldespáticas y micáceas, presentando estratificación gradada, intercalándose con limolitas arenosas finamente gradadas, ambas rocas están dispuestas en capas de 40 y 60 cm., y en bancos de 100 cm., Las areniscas fosilíferas se presentan en bancos masivos de 150 a 300 cm., de potencia.	Estratificación gruesa. Estratificación gruesa.
N	C	E	N	QUADRATA	E			Estratificación gruesa.
R	C	C	O		T - 11			Estratificación masiva.
E	N	O		LUTETIANO	P	22.20	Limolitas arenosas de color gris verdoso que intemperiza en beige verdoso, medianamente compactas, fosilíferas, presentan concentraciones de óxidos de hierro, compactación diferencial en algunos horizontes y vetillas de yeso epigenético. Se presentan en bancos masivos.	Estratificación gradada. Estratificación media a gruesa (40 a 100 cm). Un pequeño horizonte con estratificación cruzada, concreciones arenosas. Incipiente estratificación gradada.
L				NANNOCTETRINA	P - 11			

SECCION ESTRATIGRAFICA " C "
(4 - 5)

LOCALIDAD : PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKION
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	C	I	O			10.00	Arenisca de grano fino, cuarzofeldespática, de color gris verdoso - que intemperiza en crema verdoso y amarillento, es calcárea y delezneable. Hacia la base del paquete presenta discocyclinas y fragmentos de equinodermos. Está dispuesto en bancos masivos de 5m., de potencia, intercalaciones de areniscas de grano fino y limolitas arcillosas ambas rocas son calcáreas de color amarillo que intemperiza en más claro, dispuestas en bancos de 100 a 150cm., de potencia. Presenta discocyclinas, fragmentos de astráctodos y equinodermos.	Estratificación gruesa (hasta -- 500 cm.)
I	A	R	O			8.00	Areniscas limosas algo calcáreas, son de color amarillo que intemperiza en crema; presentan concreciones arenosas, fracturas de yeso -- sedimentario y abundantes fósiles (discocyclinas y turritelas.) Están dispuestas en bancos masivos de hasta 5m., de espesor.	Estratificación gruesa (100 a -- 150 cm.)
O	N	I	O			20.00	Limolitas arcillosas de color gris que intemperiza en gris amarillento, algo calcáreas, se les aprecia microfauna. Están estratificadas en capas delgadas, formando bancos masivos de 5m., de espesor.	Estratificación gruesa; concreciones arenosas.
O	C	I	O			23.00	Limolitas de color verde grisáceo y gris crema que intemperiza en -- verde amarillento y blanco amarillento generalmente; son fosilíferas y calcáreas, vetillas de yeso, dentritas de manganeso, discocyclinas y conchas de bivalvos y gasterópodos. Están dispuestas en capas de 40 a 60cm., y en bancos de 100 a 120 cm. En algunas porciones del paquete las limolitas son arenosas y se intercalan eventualmente con areniscas limosas y fosilíferas, las cuales se presentan en capas -- delgadas de 10 a 20 cm.	Estratificación delgada.
						39.20		A partir de este punto y hasta 20m. estratigráficos hacia abajo se presenta un paleocanal, con acunamientos laterales, sobre taludes submarinos.
								Estratificación delgada (15 a 20cm.), concreciones calcáreas y ferruginosas pequeñas.
								Estratificación delgada a media (10 a 60cm); concreciones calcáreas; bioperturbaciones (icnofósiles).
								Estratificación gruesa (80 a 100 cm. concreciones arenosas.

SECCION ESTRATIGRAFICA "E"
(3 - 3)

LOCALIDAD: ARROYO SAN JUAN PORCION SUR DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
MANNO PLANCKION
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C	F	N	O	Z	O	I	C	O
T	E	R	C	I	A	R	I	O
	E	O	C	E	N	O		
L	U	T	E	T	I	A	N	O
D	I	S	C	O	S			
P	-	10						
P	-	11						
P	-	12						
S	A	T	E	Q	U	E		
				P	-	15	D	-
							D	-
						9.90	Limolita de color verde grisáceo que intemperiza a pardo grisáceo - con manchas rojizas, el algo micéa, calcárea, salobre y en una porción del paquete, arenosa. Presenta estratificación masiva, lentes de arenisca y caliza, laminaciones de oxidación y yeso relleno fracturas. En algunas porciones es fosilífera, distinguiéndose microfau- na, gasterópodos y bivalvos.	Estratificación delgada a media (10 a 50cm.) pequeños lentes arenosos. Estratificación "flaser"
						28.20	Areniscas cuarzofeldespáticas, en ocasiones limosas, de grano fino y muy fino de color verdoso claro que intemperiza en café claro amari- llo; son deleznable, porosas y algo calcáreas. Presentan peque- ñas estructuras de corte y relleno, horadaciones de gusanos, estrati- ficación masiva y en forma local gradada, concreciones arenosas, len- tes arenosas, horizontes de conglomerados intraformacionales, lamina- ciones onduladas, estratificación convoluta y volcada y pequeños acu- fiamientos laterales.	Estratificación gruesa. Estratificación laminar, algunos horizontes gradados, pequeñas estructuras de corte y relleno - barrenos biógenos (Icnofósiles). Estratificación delgada (5cm) - gradada; estructuras de corte y relleno de pequeñas y grandes - dimensiones; algunas concrecio- nes arenosas; laminaciones que- brantadas y onduladas; estructu- ras de flama; estratificación -- volcada, convoluta; pequeños len- tes arenosos.
						59.60	Espeor Cubierto.	

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO-PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA "E"
(1 - 3)

LOCALIDAD: ARROYO SAN JUAN PORCION SUR DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

		DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
E N C I A R I O Z I A R I O C I O E N O R I A B O N I A N O P - 16 I S T H M O L I T H U S R E C U R V U S P - 17	24.10	Arenisca de grano fino a medio muy micáceo y delezneable, de color con tintes verdosos que intemperiza en gris claro y amarillento, presenta fucoides con hematita. En la porción superior del paquete la arenisca es limosa y salobre.	Barrenos biógenos (icnofósiles).
	6.80	Limolita arenosa de color gris verdoso que intemperiza en amarillo-grisáceo, presenta microfauna, algunas discocyclinas y pequeños bivalvos.	
	16.50	Arenisca de grano muy fino de color gris verdoso que intemperiza a verde grisáceo, es compacta y masiva. Presenta estructuras de carga en las bandas de oxidación, pequeñas fracturas, una burda estratificación cruzada y en algunas porciones escasa microfauna. En la cima del paquete se encuentra una capa de lutitas algo fósiles muy fracturadas, rellenando estas fracturas, yeso epigenético.	Estratificación gruesa, burdamente cruzada y gradada en algunas partes; estructuras de carga, concreciones de hematita.
	0.50	Areniscas de grano fino y medio, delezneables de color gris claro que intemperiza a pardo amarillento; presenta concentraciones de óxidos, algunos fósiles y ocasionalmente se intercala con areniscas limosas. Están dispuestas en capas de 60cm. de espesor.	Estratificación media (50cm).
	19.20	Limolita de color gris verdoso que intemperiza a pardo amarillento, está dispuesto en bancos masivos. Presenta zonas de oxidación, micas y yeso epigenético. Conglomerado polimictico de elementos redondeados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Arenisca cuarzo-feldespática de grano fino y medio, de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros y gris cremoso. Presenta	Estratificación gruesa. Estratificación gradada. Estratificación gruesa hasta (100 cm). ligeramente gradada.

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"
(1 - 4)

LOCALIDAD: MESAS DEL CARRIZO AL OCCIDENTE DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORAMINIFERO	NANNO PLANCKTON	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
C	E	R	Z	U	U			0.0	Areniscas de grano fino, inmaduras subangulosas y medianamente compactas, de color verdoso que intemperiza a gris claro amarillento, contiene abundantes micas. Se presenta en capas de 80 cm., que -- ocasionalmente y intercalan con lutitas calcarias que se presentan en capas de 1 a 20 cm. Son compactas y plásticas, con fractura con coidea ,	Estratificación gruesa.
T	E	R	C	I	A	R	I	36 m.	Espeor Cubierto.	
E	O	C	E	N	O			30 m.	Arenisca de grano fino a medio mal clasificada, inmadura de color - gris que intemperiza a amarillento, presenta abundantes micas y --- algunos estratos oxidados. Ocasionalmente se intercala con capas - de lutita plástica.	Bancos Masivos.
Y	P	R	E	S	I	A	N	30 m.	Lutitas Calcáreas que intemperizan en gris claro, son plásticas y - bien compactas, contienen algunas micas.	
P - 7						P - 8		5 m.	Areniscas de grano medio, subaguloso de color gris claro que intem- periza a gris rosado . Son inmaduras, muy porosas y mal clasifica-- das, con sementante calcareo.	Bancos Masivos, vetillas relle- nas de óxido de hierro.
DISCOASTER						LODOENSIS		5 m.	Intercalaciones de areniscas de grano fino y lutitas calcareas. -- Ambas son de color gris verdoso que intemperizan en color gris ama- rillento. Las areniscas son inmaduras micáceas, porosas y mediana- mente compactas.	Estratificación gruesa.
B	A	T	E	Q	U	E		12 m.	Espeor Cubierto.	
D - 3						P - 5		90 m.	Areniscas de grano medio anguloso de color verdoso que intemperiza en verde grisáceo, sumamente micacea, poroso y deleznable. Se in- tercala con lutitas limosas que se presentan en capas medianas, son de color verde pistache que intemperiza en verde amarillento.	Estratificación ondulada, lentes de arena.
								36 m.		

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"
(2 - 4)

LOCALIDAD: MESAS DEL CARRIZO AL OCCIDENTE DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
C	E	Z	I	A	E	262 m	Espe sor Cubierto.	
E	R	O	I	E	O	9 m	Intercalaciones de limolitas y areniscas. Las limolitas son calcáreas de color beige que intemperiza en café grisáceo. Las areniscas son cuarzo feldespáticas con mediana cantidad de micas de grano medio y -- delezna bles.	Estratificación Media.
E	R	O	I	E	O	15 m	Areniscas de grano medio, cuarzo feldespáticas, micaceas y delezna bles. Son de color verde grisáceo que intemperiza a tonos más claros. Con-- tiene gran cantidad de concreciones ferruginosas de diversos tamaños y formas que varían de tamaño entre 50 y 200 cm. de diámetro.	Estratificación Masiva, con-- creciones ferruginosas.
E	R	O	I	E	O	10 m	Espe sor Cubierto.	
E	R	O	I	E	O	61.5m	Intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino. Las limoli-- tas son de color gris verdoso que intemperiza en café claro, son plás-- ticas, salobres, porosas y delezna bles, se presentan en capas delga-- das. Las areniscas son compactas, de color gris verdoso y se intempe-- riza en café claro, se presentan en capas delgadas, son porosas y -- tienen concentraciones de óxidos. Ambas rocas son calcáreas en algu-- nas partes .	Estratificación Delgada, con-- centraciones de óxidos, estra-- tificación ondulada y gradada, concreciones ferroginosas, es-- tructuras de carga y algunas capas de yeso.
E	R	O	I	E	O	250 m	Espe sor Cubierto,	Estratificación Delgada y On-- dulada
E	R	O	I	E	O	3.5m	Limolitas arenosas de color gris verdoso que intemperiza a gris claro presenta algunas micas.	
E	R	O	I	E	O	20 m	Arenisca con grano fino de color gris claro, son porosas e inmaduras, tienen sementación diferencial, la estratificación varía de gruesa a muy delgada.	Sementación diferencial.
E	R	O	I	E	O	76.5m	Espe sor Cubierto,	
E	R	O	I	E	O	12 m	Limolitas arenosas de color gris intemperiza en amarillento con seme-- ante calcáreo.	Rizaduras de corriente .

SECCION ESTRATIGRAFICA "A"
(4 - 4)

LOCALIDAD : MESAS DEL CARRIZO AL OCCIDENTE DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

		DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
M E S O Z O I C O	C E N O Z O I C O		
CRETACICO	TERCIARIO		
SENONIANO	PALEOCENO		
MAESTRICHTIANO	DANIANO		
	P - I		
VALLE SUPERIOR	IBATEQUE		
G - I	D - I		
	11.5m	silicificadas son de color gris verdoso que intemperiza en café claro, están dispuestas en capas delgadas.	Concreciones calcáreas.
	15.5m	Lutitas de color verde claro que intemperiza a verde pistache, son plásticas ffsiles y astillosas, presentan fractura concoidea.	Laminaciones, lineación de partituras.
	336 m	Areniscas de grano medio y fino angulosos y subangulosos de color café amarillento que intemperiza a pardo. es muy inmadura, presenta laminaciones.	
	132 m	Espeñor Cubierto. Intercalaciones de areniscas (grauvacas feldespáticas) y limolitas en capas medianas y delgadas ambas rocas son de color gris verdoso obscuro que intemperiza en café claro amarillento.	Intercalaciones rítmicas - tipo flysch.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "a"
(1 - 1)

LOCALIDAD: BORDE OCCIDENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO.

EKA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO-PLANKTON
EORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

E N D Z O I C I O T E R C I A R I O E O C E N O Y P R E S I A N O DISCOASTER - SUBLODCENSIS P	E A T E Q U E	2.60 33.35	Arenisca de grano medio subredondeado a subanguloso, inmadura, cuarzo feldespática, de color gris verdoso que intemperiza en verde amarillento, porosa, permeable, mediana compactación a deleznable; se aprecian vetillas diagonales de calcita. Intercalaciones de limolitas arenosas, lutitas limosas y ocasionalmente areniscas de grano fino, con estratificación gradada, dispuestas en capas de 5 a 20cm. Las limolitas arenosas son de color gris verdoso, que intemperiza en ocre, presentan concentraciones de óxidos de hierro, estratificación laminar y convoluta, medianamente compactadas y algo plásticas, algunos horizontes muestran fragmentos de fósiles, icnofósiles, espículas de equinodermos y microfauna (70% del paquete). Las lutitas son escasas, plásticas de color gris verdoso que intemperizan en gris pardusco. Las areniscas son de grano medio y fino mal clasificadas, desaparecen hacia la parte media de la secuencia. Hacia la base las lutitas son calcáreas dispuestas en capas de 10 a 15cm. Se intercalan con limolitas en capas de 40cm.	Estratificación delgada (5 a 20 cm). Estratificación laminar, estratificación gradada, estratificación convoluta. Estratificación laminar, estratificación gradada. Estratificación delgada (5 a 10 cm); estratificación laminar.

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "

(1 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C H I O	O C H I O	O C H I O	O C H I O	O C H I O	O C H I O	8.00	Limolita masiva, en partes deleznable, fosilifera; presenta bivalvos gasterópodos, icnofósiles y vetillas de yeso secundario.	Estratificación gruesa; barrenos biógenos (icnofósiles).
						6.80	Areniscas de grano medio y de grano fino, bien compactadas de color gris, verde claro y amarillo ocre que intemperizan en pardo grisáceo y amarillo blausco, presentan concreciones arenosas, yeso singenético, eventualmente son granillentas, masivas y delezneables; se presentan también en capas de 70 y 80cm., de conglomerado polimictico y una capa de limolita de color gris medianamente compacta.	Concreciones arenosas Estructuras de corte y relleno.
						6.10		
						2.50		
E O	E O	E O	E O	E O	E O	12.00	Areniscas de grano fino cuarzofeldespáticas, de color amarillo ocre y verde claro que intemperizan en rojo pardusco y pardo grisáceo, están dispuestas en capas de 20 a 30 cm. presentan estructuras de flama, laminaciones de micas y concreciones ferruginosas; Hacia la base son delezneables.	Estructura de flama; concreciones ferruginosas. Concreciones ferruginosas.
						20.00		
D E	D E	D E	D E	D E	D E	54.10	Arenisca de grano medio, subanguloso a subredondeado, micácea, deleznable; de color gris verdoso que intemperiza en un tono más claro. Presenta concreciones arenosas, abundante yeso singenético, lentecillos de limolitas y una ligera estratificación cruzada. Eventualmente se presenta una delgada capa de arenisca muy compacta.	Ligera estratificación cruzada; concreciones arenosas. Ligera estratificación cruzada; concreciones arenosas. Concreciones arenosas.

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "

(2 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	C	I	O		P-6		Arenisca masiva de grano muy fino, subanguloso a subredondeado, gravillenta, de color gris que intemperiza en amarillo ocre, cuarzofeldespática, micácea y muy porosa, se le aprecian trazas de estratificación ondulada. En la parte media se presenta una capa delgada de conglomerado polimictico de fragmentos bien redondeados.	Traza de estratificación ondulante.
I	R	A	O			17.45	Limolitas masivas medianamente compactas, de color amarillo pardusco que intemperiza en amarillo más claro, micácea, se intercalan eventualmente con delgadas capas de materiales arcillosos.	Barrenos biógenos (Icnofósiles).
O	A	N	O		5	5.85	Areniscas de grano fino a muy fino, micáceas, de color amarillo ocre que intemperiza a amarillo más claro, están dispuestas en capas de 20 a 30 cm. Hacia la parte superior se presentan intercaladas areniscas masivas de grano medio y una capa de 1.50m. de un conglomerado polimictico de fragmentos redondeados a bien redondeados.	Estratificación delgada 20 a 30 cm. estructuras de carga; barrenos biógenos (icnofósiles).
Z	E	N	O		16	19.40	Areniscas de grano fino, masivas, muy micáceas de color gris que intemperiza en gris claro y amarillo ocre, se intercalan eventualmente con capas de limolitas arenosas, impregnadas de sal; ambas rocas presentan estratificación ondulante.	Estratificación ondulante. Estratificación ondulante.
O	C	E	N			9.70		Barrenos biógenos (Icnofósiles).
N	R	O	M			3.00	Limolitas areno-arcillosa, micáceas, de color verde grisáceo que intemperiza a beige, presenta yeso secundario, concreciones ferruginosas; están dispuestas en capas delgadas y bancos de 50 a 100 cm. -- Eventualmente se presentan bancos masivos de areniscas delezneables de grano fino de color gris claro que intemperiza en gris amarillento.	Estratificación delgada ondulante. Estratificación gruesa. Estratificación delgada y ondulante; concreciones ferruginosas.
S	B	O	M		(B)	28.60	Limolitas de color gris amarillento que intemperiza en gris claro, --	

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "

(3 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	NANNO PLANCKTON	FORAMINIFERO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	O	O	O	O	O	O	A - 1 (a)	15.60	dispuestas en bancos masivos presentan un alto contenido de óxidos - formando concreciones. Hacia la parte superior del paquete se encuentran areniscas delezneables micáceas de color gris que intemperiza - en amarillo; hacia la parte inferior se encuentran areniscas de grano fino, micáceas.	Barrenos biógenos (Icnofósiles) Estratificación media gruesa (500 a 100cm.) lentes de arcilla; concreciones ferruginosas (5 a 50cm. de diámetro). Estratificación ondulante; lentes de conglomerado intraformacional. Pequeños lentes de arenisca; concreciones de óxidos de hierro; barrenos biógenos - (Icnofósiles).
I	I	I	I	I	I	I	Q	60.00	Espesor Cubierto	Estratificación delgada (20 a - 30 cm.)
O	O	O	O	O	O	O	E	24.80	Arenisca de grano fino, cuarzo feldespática de color gris verdoso que intemperiza en gris blanqueco, presenta moldes de pelecípodos, está dispuesta en capas de 20 a 30cm., de potencia, presenta capas de yeso entre los planos de estratificación. Hacia la base del paquete la arenisca se vuelve delezneable.	Estratificación delgada (20cm). lentes arcillosos; concreciones ferruginosas.
Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	F	13.80	Intercalaciones de lutitas de color gris que intemperizan a gris pardo, presenta abundantes concentraciones de óxidos con areniscas micáceas de grano fino dispuestas en capas que varían de 40 a 120 cm., de espesor.	Estratificación media a gruesa (40 a 120cm).
N	N	N	N	N	N	N	so	20.00	Limolitas arenosas algo micáceas de color gris verdoso que intemperiza en pardo amarillento y blanco grisáceo, presentan algunos planos de estratificación ondulante, y pequeños clastos de lutitas.	Estratificación gradada. Estructura de corte y relleno (Paleocanal) Algo de estratificación ondulada.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(4 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	C	I	O		D - 6	6.80	Lutitas de color gris oscuro que intemperiza en gris claro, están -- muy fracturadas; bajo estas rocas se encuentran areniscas de color verde claro oxidadas y salobres al intemperismo, algo micáceas y delezneables.	
I	R	A	N		E	90.00		
O	A	O			P - 7	34.40	Areniscas de grano medio y fino, de color gris verdoso, que intemperiza en beige, ocre y verde grisáceo claro, micáceas, cuarzofeldespáticas, muy delezneables y porosas. Están dispuestas en bancos masivos de 150 a 600 cm. de potencia; presentan concreciones de óxidos delgadas capas de yeso epigenético. Eventualmente se intercalan con capas de arenisca compacta y hacia la base del paquete, con limolitas arenosas, fosilíferas, distinguiéndose gasterópodos, pelecípodos y braquiópodos.	Estratificación gruesa; concreciones ferruginosas. Estratificación media a gruesa (50 a 150 cm). algunas capas -- ligeramente gradadas. Estratificación media (60cm), en artes gradada y ondulante; concreciones de óxido de hierro; Estratificación gruesa (150 a 600 cm). incipientemente gradada.
N	I	E			E	10.00	Areniscas micáceas; de grano fino de color gris verdoso que intemperiza en crema rosáceo, están dispuestas en capas de 50 a 100cm. Eventualmente se presenta una capa de limlita arenosa hacia la cima del paquete.	Estratificación gruesa. Estratificación media a gruesa (50 a 100cm).
O	C	E			P - 8	3.20	Limolitas micáceas de color café verdoso.	Estratificación media a gruesa; concreciones ferruginosas.
N	I	E			E	17.00		
E	R	A			P - 9	3.80	Arenisca de grano fino a medio micácea, de color gris que intemperiza a ocre, delezneables. Bajo estas rocas se presentan limolitas arenosas dispuestas en bancos masivos de 10cm. de espesor.	Estratificación gruesa (150cm). Estratificación gruesa (50cm.) presenta laminaciones .
E	R	A			E	8.50	Areniscas de grano fino de color gris que intemperiza en amarillento, dispuestas en bancos masivos de 150 cm. se intercalan capas de limolitas compactas y delgadas capas de materiales arcillosos.	
O	C	E			P - 10	10.00		

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "

(6 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	C	I	O			4.00	De la parte media del paquete hasta la base se intercalan las limolitas y areniscas anteriormente descritas. Limolitas fosilíferas, plásticas; están dispuestas en capas de 30 a 60 cm., de espesor, presenta horizontes de yeso de 1 a 5cm; ostreas, turritélidos, huesos de pescado e icnofósiles.	Estratificación delgada a media (20 a 60cm). barrenos biógenos (icnofósiles). Estratificación media.(40cm).
H	R	O				17.00	Areniscas de grano muy fino, fosilíferas, de color gris que intemperiza en café claro y pardo rojizo, presenta abundantes cantidades de óxidos de hierro y de ostreas; están dispuestas en capas de 40 cm.. Eventualmente se intercalan con areniscas de grano fino, dispuestas en capas de 50 a 100cm.	Estratificación media a gruesa (50 a 100 cm).
O	A	N						
N	E							
C	C	C				23.30	Limolitas areno-arcillosas, compactas, plásticas, fosilíferas y calcáreas, los fósiles que se aprecian son: gasterópodos, pelecípodos, equinodermos y discocyclinas; presenta icnofósiles y vetillas de yeso. En partes se intercalan con areniscas limosas, calcáreas, fosilíferas, dispuestas en capas de 20 a 60cm., de espesor. Las limolitas areno-arcillosas pasan gradualmente a areniscas de grano fino, hacia la base de la columna.	Estratificación delgada a media (20 a 50cm); barrenos biógenos (icnofósiles). Estratificación delgada a media (10 a 40cm). Estratificación delgada 20 a 25 cm). Estratificación delgada (15 a 30 cm), ondulante gradada hacia la cima.
N	R	O						
E	E					16.70	Arenisca de grano muy fino, de color verde olivo, amarillento que intemperiza en más amarillento, muestra una incipiente estratificación gradada y cruzada, son porosas, permeables y calcáreas, contienen equinodermos, fragmentos de ostreas, tallos de crinoideas, vertebrae y huesos de peces, gasterópodos, se presentan en capas de 20cm., y bancos de 100 a 150cm. Se intercalan con areniscas fosilíferas compactas de color gris que intemperiza en pardo verdoso y blanco, se presentan en capas que varían de 10 a 2'cm., de espesor.	Estratificación media a gruesa (50 a 100cm). Incipiente estratificación gradada, local y ligeramente cruzada, barrenos biógenos (icnofósiles). Estratificación delgada (20cm.)
E	E					4.00		
C	F					8.10		

ERA
SISTEMA
SERIE

PISO
NANNO PLANCKTON
EORAMILIFERO

FORMACION

COLUMNA

ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

LUTERIANO - BARTONIANO
DISCOASTER SUELODOENSIS NANNOETERINA QUADRATA
P - 10 P - 11 P - 12

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKTON
FORAMINIFERO.

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " B "
(7 - 7)

LOCALIDAD : PORCION ORIENTAL DE LA LAGUNA DE SAN IGNACIO

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	NANNO PLANCKTON	FORAMINIFERO.	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O	C	I	O						Estas areniscas desaparecen hacia la base. Después de 4m., cubiertos aparecen las areniscas de grano muy fino intercaladas con capas de limolitas fosilíferas con espesores de 40 a 100 cm.	
U	I	A						3.00	Limolitas arenosas, plásticas y delezneables se intercalan con areniscas de grano muy fino compactadas, ambas rocas son calcáreas, sablones y fosilíferas, apreciándose discocyclinas, huesos de peces y microfaua; están dispuestas en capas de 5 a 60cm. Eventualmente se presentan intercalaciones de lutitas limosas y limolitas con estratificación delgada y ondulante.	Estratificación media a gruesa (40 a 100 cm). Estratificación delgada a media (10 a 50cm).
N	O	A						9.25	Limolitas con estratificación gradada y ondulante.	Estratificación delgada (20 a 30cm)., gradada y ondulante; concreciones de óxidos de hierro.
Z	H	E						120.00	Limolitas compactas, fosilíferas, calcáreas, algo micáceas, de color verde amarillento que intemperiza en beige, están dispuestas en capas de 20 a 60cm., de espesor, presentan lentes de conglomerado, concentraciones de óxidos. Hacia la parte media del paquete se presenta un cuerpo de arenisca limosa con microfósiles, micas y óxidos de hierro.	Estratificación media a delgada (20 a 60cm), lentes de conglomerados. Estratificación media a gruesa (40 a 100cm).
O	C	E						12.60	Limolitas fosilíferas, de color gris verdoso; presentan estructuras de carga en forma local, concreciones ferruginosas de 5cm., laminaciones; se distinguen discocyclinas, huesecillos de peces, gasterópodos y bivalvas.	Estratificación delgada a gruesa (20 a 80cm). Lentes de caliza (Mudstone). Estratificación delgada (20cm). concreciones.
U	I	A						12.80		
Z	H	E						13.30		

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "b"
(1 - 2)

LOCALIDAD: EXTREMO NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
EDRAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
U	U	U	U	U	U	26.40	Areniscas de grano muy fino, delezneables, algo calcáreas, micáceas, y fosilíferas. Presentan abundantes discocyclinas, pelecípodos, ostreas y tallos de crinoides, vetillas rollenas de yeso y zonas de oxidación. Están dispuestas en bancos de 1.20m. de espesor. Se intercalan con limolitas fosilíferas, presentando abundantes fragmentos de fósiles, bivalvos, ostreas, discocyclinas y microfauna. Se presentan en capas de 30 a 80cm., y en bancos de 1.50 a 2.00m., de potencia. Ambas rocas son de color gris verdoso que intemperiza en ocre y en blanco. Hacia la base del paquete desaparecen las limolitas, presentándose horizontes de grainstones con fragmentos de fósiles.	Estratificación gruesa (120cm). Estratificación media a gruesa (30 a 80cm); concreciones arenosas. Estructuras de carga.
I	I	I	I	I	I	9	Limolitas arcillosas de color gris verdoso que intemperiza en amarillo ocre; son medianamente compactas y algo fosilíferas. Presentan concreciones ferruginosas, capas de yeso, discocyclinas y microfauna. Están estratificadas en bancos de 120 a 400 cm. Se intercalan eventualmente con grainstones fosilíferos y areniscas de grano fino medianamente compactas, en partes micáceas y algo fosilíferas, apreciándose ostreas y pelecípodos; están dispuestas en bancos de 100 a 150 cm. de espesor. Los grainstones fosilíferos se presentan en capas de 30 y 40 cm. de espesor, en la fauna se distinguen tallos de crinoides, pelecípodos, gasterópodos y equinodermos.	Estratificación gruesa (150cm); concreciones ferruginosas. Concreciones ferruginosas.
U	U	U	U	U	U	54.00	Areniscas limosas, micáceas, pasan gradualmente a areniscas de grano fino; son de color gris verdoso que intemperiza en amarillo. Están dispuestas en capas de 15 a 70 cm., y en bancos de 120 cm., de espesor.	Estratificación gradada; estructuras de carga. Estructuras de carga. Estratificación delgada a gruesa (15 a 70 cm.)
U	U	U	U	U	U	5.00		
U	U	U	U	U	U	12.00		
U	U	U	U	U	U	4.00	Limolitas de color verde grisáceo que intemperiza en blanco y amarillento, presenta abundantes discocyclinas y cementante calcáreo. Están dispuestas en capas de 30 a 60cm. de espesor.	Estratificación media (30 a 60 cm), concreciones arenosas.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "c"
(1 - 2)

LOCALIDAD: PORCION NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKION
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

C E N O C C I Z O I C O	T E R C I O	E R O C C I O	B A T E Q U E	P U E	E S P E S O R	D E S C R I P C I O N D E L A L I T O L O G I A	E S T R U C T U R A S S E D I M E N T A R I A S.
					0.0	Areniscas cuarzofeldespáticas de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros; son delezneables y algo micáceas. Están dispuestas en capas de 20 a 100 cm. de potencia. Ocasionalmente se presentan areniscas compactas y calcáreas con abundante microfauna, dientes de tiburón y ostras. En la cima se presenta una capa de conglomerado - polimíctico con abundantes dientes de tiburón.	Estratificación media (30 a 50 - cm.) gradado.
					11.40	Limolitas de color gris verdoso que intemperiza en crema y ocre; son calcáreas y fosilíferas. Presentan fragmentos de ostras, turritélidos y microfauna. Están dispuestos en bancos de 150 a 200 cm. de potencia. Se intercalan con areniscas de grano medio compactas y calcáreas. Se aprecian abundante microfauna; están dispuestas en capas de 30 a 50 cm. de espesor.	Estratificación delgada a gruesa (20 a 100 cm.) Estratificación gruesa (150 a - 200 cm) Estratificación delgada (20 cm) en areniscas. Estratificación delgada (30cm) - en areniscas
					25.50	Areniscas de grano fino, cuarzofeldespáticas, micáceas, algo calcáreas y medianamente compactas, de color gris verdoso que intemperiza en amarillo verdoso. Están dispuestas en bancos masivos de 150 cm., de potencia. Se intercalan con delgadas capas de arenisca de grano medio y mejor compactadas.	Estratificación gruesa en limolitas. Estratificación gruesa (150 cm) Estratificación delgada (20 cm)
					28.00	Limolitas de color verde pardusco que intemperiza en gris; presentan fracturas rellenas por yeso, algunas concreciones ferruginosas y microfauna. Están estratificadas en bancos masivos de 150 cm. de espesor.	Estratificación media (50 cm)
					21.50	Arenisca de grano muy fino de color verde pardusco con manchas de óxidos que intemperiza en crema verdoso. En calcárea y cuarzofeldespática; presenta mediana cantidad de microfauna y concreciones arenosas. Está dispuesta en bancos masivos de 100 a 150 cm. de espesor. Hacia la base el espesor de las capas es de 20 cm. y el color cambia a café grisáceo, intemperizando en gris claro.	Estratificación gruesa (150 cm) en ocasiones delgada (5cm). Estratificación gruesa, concreciones arenosas. Estratificación convoluta. Estratificación delgada (20cm)
					15.20		Estratificación delgada a media.

SECCION ESTRATIGRAFICA DE LIGA "c"
(2 - 2)

LOCALIDAD: PORCION NOROCCIDENTAL DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NAHNO-PLANCKION
EORAMINIFERO
FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

C E N O Z O I C O	T E R C I A R I O	E O C E N O	LUTETIANO - BARTONIANO D.SUBLOESENSIS P - 10	B A T E Q U E	P - 9	33.00	Lámolitas arcillosas de color verde que intempeziza en ocre amarillo y blanco. Son calcáreas y fosilíferas, presentan pocas concreciones ferruginosas, pequeñas laminaciones, abundantes discocyclinas y tallos de crinoides. Están dispuestas en capas de 25 a 100 cm. Hacia la base dejan de ser arcillosas y pasan gradualmente a areniscas de grano fino.	Estratificación media a gruesa (30 a 100 cm.) en algunos casos gradada; concreciones ferruginosas.
---	---	----------------------------	--	---------------------------------	-------	-------	---	--

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKION
EORAMINIFERO.

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA "C"
(1 - 5)

LOCALIDAD: PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	NANNO PLANCKION	EORAMINIFERO.	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.			
U	E	R	E	O	C	I	A	N	O	RECURVUS P - 17	3.20	Areniscas de color gris verdoso con pequeños horizontes de color ocre que intemperiza en gris claro amarillento, presenta una ligera estratificación ondulante, fracturas rellenadas por yeso y concreciones de mica.	Estratificación gruesa, ondulante.
U	E	R	E	O	C	I	A	N	O	RECURVUS P - 17	45.00	Areniscas de grano muy fino, limosas cuarzo-feldespáticas, muy micáceas, algo calcáreas, de color café verdoso que intemperiza en verde amarillento, se les aprecia microfauna y algunos fragmentos de equinodermos. Están dispuestos en capas de 40cm. Se intercalan eventualmente con arenisca de grano medio, subanguloso, cuarzo-feldespática, micácea, salobre, de color verde grisáceo que intemperiza en blanco; es medianamente compacta, se presenta en capas de 20 a 30cm., de espesor.	Estratificación media (50cm). Estratificación delgada (20 a 30 cm.)
U	E	R	E	O	C	I	A	N	O	RECURVUS P - 17	46.50	Areniscas de grano muy fino, limosas cuarzo-feldespáticas, muy micáceas, algo calcáreas, de color café verdoso que intemperiza en verde amarillento, se les aprecia microfauna y algunos fragmentos de equinodermos. Están dispuestos en capas de 40cm. Se intercalan eventualmente con arenisca de grano medio, subanguloso, cuarzo-feldespática, micácea, salobre, de color verde grisáceo que intemperiza en blanco; es medianamente compacta, se presenta en capas de 20 a 30cm., de espesor.	Estratificación delgada (20 a 30cm.) Estratificación media (40cm). Estratificación delgada a media (20 a 50cm). Estratificación gruesa (150cm).
U	E	R	E	O	C	I	A	N	O	RECURVUS P - 17	10.00	Limolitas arcillosas con estratificación gradada de color gris verdoso y negro que intemperiza en crema amarillento, medianamente compactas, calcáreas presentan moldes externos de pelecípodos y vetillas de yeso secundario. Hacia la base del paquete las limolitas se hacen arenosas, presentando una raya verde, intercalándose con lutitas limosas plásticas; estas presentan impresiones de pelecípodos, regular contenido de microfauna y concentraciones de óxido de hierro. Eventualmente se presenta hacia la parte superior del paquete un banco de areniscas cuarzo feldespáticas, micáceas de grano fino y delzneasbles.	Estratificación delgada y gradada.
U	E	R	E	O	C	I	A	N	O	RECURVUS P - 17	37.25	Areniscas de grano muy fino, medianamente compactas y delzneasbles, calcáreas, incipientemente gradadas, presentan vetillas de yeso epigenético, concentraciones de óxido de hierro y en forma muy local estratificación ondulante. En la base del paquete se aprecian	Estratificación delgada y gradada. Estratificación delgada y gradada. Estratificación delgada (10 a 20cm.) incipientemente gradada. Estratificación delgada. Estratificación incipientemente gradada y localmente ondulada.
U	E	R	E	O	C	I	A	N	O	RECURVUS P - 17	15.15	Areniscas de grano muy fino, medianamente compactas y delzneasbles, calcáreas, incipientemente gradadas, presentan vetillas de yeso epigenético, concentraciones de óxido de hierro y en forma muy local estratificación ondulante. En la base del paquete se aprecian	Estratificación delgada y gradada. Estratificación delgada. Estratificación incipientemente gradada y localmente ondulada.

SECCION ESTRATIGRAFICA " C "

(2 - 5)

LOCALIDAD : PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANCKION
FORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.

ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA.	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
O							turritélidos, gasterópodos, pelecípodos y braquiópodos.	Estratificación lenticular.
C						5.20	Arenas de grano fino, micáceas, dispuestas en forma masiva, presentan óxidos de hierro y concreciones arenosas de color gris claro.	Estratificación delgada, gradada y ondulada.
I						4.40	Areniscas de grano fino, medianamente compactas, salobres e inmaduras, de color gris verdoso que intemperiza en café claro verdoso, --	Estratificación incipientemente gradada; algunas concreciones - arenosas.
R						14.70	presentan yeso sinegético. Se encuentran contenidos entre las areniscas un paquete de lutitas plásticas de color gris verdoso, muy claro que intemperiza en tonos más claros y ocre, salobres. Ambos están --	Estratificación delgada (5 a 10 cm).
A							dispuestos en capas de 10 a 15cm., de espesor.	Estratificación delgada (15cm).
N						11.50	Areniscas de grano muy fino, limosas de color gris verdoso que intemperiza en gris pardusco y blanco, presentan concreciones arenosas y acunamientos laterales, en partes pasan gradualmente a limolitas arenosas; están dispuestas en capas de 15 a 40cm., y en bancos de 100 a 150 cm. de espesor.	Estratificación gruesa (100 a - 120cm). gradada.
O							Areniscas de grano muy fino, limosas de color gris verdoso que intemperiza en gris pardusco y blanco, presentan concreciones arenosas y acunamientos laterales, en partes pasan gradualmente a limolitas arenosas; están dispuestas en capas de 15 a 40cm., y en bancos de 100 a 150cm., de espesor. Después de un espacio cubierto, afloran nuevamente estas rocas, siendo en esta porción muy fosilíferas, distinguiéndose: turritélidos, gasterópodos, pelecípodos, equinodermos, --	Estratificación delgada a media (15 a 40cm)., gradada posiblemente cruzada con concreciones - arenosas.
Z						15.00	empúculas, huesos de peces y ostras.	Estratificación media a gruesa (40 a 150 cm).
E						12.30		Estratificación gruesa (>100 cm).
C						28.00	Espesor Cubierto	

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANHO PLANKTON
EORAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA " C "
(4 - 5)

LOCALIDAD : PORCION MEDIA DE LAS MESAS DEL CUARENTA

		DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C E N O R O Z I O I C O	YPRESIANO		
	DISCORSTER		
	LUTETIANO - BARTONIANO		
	SUBLODOENSIS		
	P - 10	23.00	
	P - 10	20.00	
	P - 10	8.00	
	P - 10	10.00	
		39.20	

Arenisca de grano fino, cuarzofeldespática, de color gris verdoso - que intemperiza en crema verdoso y amarillento, es calcárea y deleznable. Hacia la base del paquete presenta discocyclinas y fragmentos de equinodermos. Está dispuesto en bancos masivos de 5m., de potencia, intercalaciones de areniscas de grano fino y limolitas arcillosas ambas rocas son calcáreas de color amarillo que intemperiza en más claro, dispuestas en bancos de 100 a 150cm., de potencia. Presenta discocyclinas, fragmentos de astráctodos y equinodermos. Areniscas limosas algo calcáreas, son de color amarillo que intemperiza en crema; presentan concreciones arenosas, fracturas de yeso sedimentario y abundantes fósiles (discocyclinas y turritelas.) Están dispuestas en bancos masivos de hasta 5m., de espesor. Limolitas arcillosas de color gris que intemperiza en gris amarillento, algo calcáreas, se les aprecia microfauna. Están estratificadas en capas delgadas, formando bancos masivos de 5m., de espesor.

Limolitas de color verde grisáceo y gris crema que intemperiza en verde amarillento y blanco amarillento generalmente; son fosilíferas y calcáreas, vetillas de yeso, dentritas de manganeso, discocyclinas conchas de bivalvos y gasterópodos. Están dispuestas en capas de 40 a 60cm., y en bancos de 100 a 120 cm. En algunas porciones del paquete las limolitas son arenosas y se intercalan eventualmente con areniscas limosas y fosilíferas, las cuales se presentan en capas delgadas de 10 a 20 cm.

Estratificación gruesa (hasta -- 500 cm.)
Estratificación gruesa (100 a -- 150 cm.)
Estratificación gruesa; concreciones arenosas.
Estratificación delgada.
A partir de este punto y hasta 20m. estratigráficos hacia abajo se presenta un paleocanal, con acañamientos laterales, sobre taludes submarinos.
Estratificación delgada (15 a 20cm.), concreciones calcáreas y ferruginosas pequeñas.
Estratificación delgada a media (10 a 60cm); concreciones calcáreas; bioperturbaciones (Icnofósiles).
Estratificación gruesa (80 a 100 cm. concreciones arenosas.

SECCION ESTRATIGRAFICA "D"
(1 - 3)

LOCALIDAD: ARROYO LAS VACAS PORCION SUR DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	NANNO PLANCKTON	EDRAMINIERO	FORMACION	COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS.
C	E	N	Q	Z	O	I	C	0		
T	E	R	C	I	A	R	I	0		
	E	E	O	C	E	N	O			
	P	R	I	A	B	O	N	I	0	
	ISTHMO LITHUS		RECURVUS							
			P - 16							
	S	A	T	E	Q	U	E			
	D - 16		D - 17				P - 19			
								12.90	Areniscas de grano fino micáceo, cuarzofeldepáticas, se intercalan con lutitas y limonitas arenosas. Estas rocas son de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros y se encuentran muy fracturados. Lutita de color café grisáceo, que intemperiza en tonos más claros, es plástica, laminar y salobre, se presenta en capas delgadas. Hacia la base del paquete pasa gradualmente a limolitas arenosas.	Algunos horizontes con estratificación gradada. Estratificación gruesa. Estratificación laminar y gradada Estratificación media (50cm) e incipientemente gradada.
								62.80	Areniscas de grano fino, cuarzofeldepáticas, algo micáceas, porosas y delezneables, de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros, están dispuestas en bancos masivos. Se intercalan con horizontes delgados de 5 a 10 cm. de arenisca de grano medio calcáreo.	Estratificación delgada (50 a 10 cm) a media (50cm); algunas concreciones arenosas de diversas formas. Estratificación delgada y media; algunos horizontes con ligera gradación.
								6.80	Arenisca limosa de color gris verdoso que intemperiza a gris, presenta concentraciones de óxidos, fracturas rellenas de yeso y estratificación masiva.	Estratificación media.
								10.80	Limolitas micáceas de color gris, presentan estratificación masiva. En la parte superior del paquete se encuentra un conglomerado polimictico.	Estratificación delgada (10 a 15 cm); a gruesa (80 a 100cm). Paleoanal.
								6.00	Areniscas de grano medio a fino, masivas, micáceas y delezneables, presentan laminaciones estructuras de carga, bandas de oxidación y fucoides. Eventualmente se presenta una capa de limolita.	Estratificación gruesa. Paleoanal.
								5.00	Conglomerado polimictico de fragmentos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, contenidos en una matriz arenosa. Presenta algunos fósiles de bivalvos.	Estratificación gruesa; estructuras de carga, barrenos biógenos (fucoides), de cargas y relleno.
								24.20	Arenisca de grano medio a fino de color gris verdoso que intemperiza a gris amarillento y pardo amarillento, es micácea y delezneable; --	estratificación gruesa Estratificación delgada a media (10 a 10cm).

ERA
SISTEMA
SERIE
PISO
NANNO PLANKTON
EGRAMINIFERO

FORMACION
COLUMNA
ESPESOR

SECCION ESTRATIGRAFICA "E"
(1 - 3)

LOCALIDAD: ARROYO SAN JUAN PORCION SUR DE LAS MESAS DEL CUARENTA.

		DESCRIPCION DE LA LITOLOGIA	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
C U E S T E R N O Z I C O I R I O	P R I M O R E C I O N I A N O R E C U R V U S P - 17	24.10 Arenisca de grano fino a medio muy micáceo y delezneable, de color con tintes verdosos que intemperiza en gris claro y amarillento, presenta fucoides con hematita. En la porción superior del paquete la arenisca es limosa y salobre.	Barrenos biógenos (Icnofósiles).
		6.80 Limolita arenosa de color gris verdoso que intemperiza en amarillo - grisáceo, presenta microfauna, algunas discocyclinas y pequeños bivalvos.	
N O C I A R I O I R I O	P R I M O R E C I O N I A N O R E C U R V U S P - 15	6.50 Arenisca de grano muy fino de color gris verdoso que intemperiza a verde grisáceo, es compacta y masiva. Presenta estructuras de carga en las bandas de oxidación, pequeñas fracturas, una burda estratificación cruzada y en algunas porciones escasa microfauna. En la cima del paquete se encuentra una capa de lutitas algo fósiles muy fracturadas, rellenando estas fracturas, yeso epigenético.	Estratificación gruesa, burdamente cruzada y gradada en algunas partes; estructuras de carga, concreciones de hematita.
		0.50 Areniscas de grano fino y medio, delezneables de color gris claro -- que intemperiza a pardo amarillento; presenta concentraciones de óxidos, algunos fósiles y ocasionalmente se intercala con areniscas limosas, Están dispuestas en capas de 60cm. de espesor.	Estratificación media (50cm).
B A T E Q U E	P R I M O R E C I O N I A N O R E C U R V U S P - 15	19.20 Limolita de color gris verdoso que intemperiza a pardo amarillento, está dispuesto en bancos masivos. Presenta zonas de oxidación, micas yeso epigenético.	Estratificación gruesa.
		6.50 Conglomerado polimictico de elementos redondeados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Arenisca cuarzofeldespática de grano fino y medio, de color gris verdoso que intemperiza en tonos más claros y gris cremoso. Presenta --	Estratificación gradada. Estratificación gruesa hasta (100 cm). ligeramente gradada.

