



**SERVICIO  
GEOLÓGICO  
MEXICANO**



## CARTA GEOLÓGICO-MINERA Y GEOQUIMICA

TIZIMÍN F16-7

ESCALA 1:250,000

ESTADO DE YUCATÁN

ELABORÓ: Ing. Alfonso Miranda Huerta.  
Ing. Ricardo Cureño Suriano.

SUPERVISÓ: Ing. David Sánchez Ramírez.  
Ing. Miguel Ángel Aguilera M.  
Ing. Francisco Moreira rivera.

**2005**

**CARTA GEOLÓGICO-MINERA Y GEOQUIMICA TIZIMÍN**  
**CLAVE F16-7 ESCALA 1:250 000**  
**ESTADO DE YUCATAN**

*Ing. Alfonso Miranda Huerta.*  
*Ing. Ricardo Cureño Suriano.*

**CONTENIDO**

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	1
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	2
I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO	2
I.2.- TRABAJOS PREVIOS	2
I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.	3
<b>II.- GEOGRAFIA</b>	5
II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSION DEL ÁREA	5
II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.	5
II.3.- FISIOGRAFÍA.	6
<b>III.- GEOLOGÍA</b>	6
III.1 MARCO GEOLÓGICO	6
III.2 ESTRATIGRAFIA.	7
<i>III.2.1.- Plataforma de Yucatán</i>	7
<i>Formación Carrillo Puerto (Tmpl Cz-Cq)</i>	7
<i>III.2.2 -Depósitos cuaternarios</i>	23
<i>Arenisca y coquina (Qpt Ar-Cq)</i>	23
<i>Litoral (Qho li)</i>	23
<i>Palustre (Qho pa)</i>	24
III.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	25
<i>III.3.1.-Descripción de estructuras</i>	25
III.4.- TECTONICA	25
<b>IV.- YACIMIENTOS MINERALES</b>	26
IV.1.- NO METALICOS	26
IV.1.1.- Introducción	26
IV.1.2.- Antecedentes	26
IV.1.3.- Minas en explotación	26
<i>Planta Las Coloradas</i>	
IV.1 4.- AGREGADOS PÉTREOS	28
IV.1.4.1.- <i>Infraestructura</i>	28
IV.1.4.2.- <i>Bancos en producción</i>	30
IV.1.4.3.- <i>Bancos Inactivos</i>	32
IV.1.4.4.- <i>Prospectos</i>	34

<b>V.- MODELO DE YACIMIENTOS</b>	<b>36</b>
<b>VI.-GEOQUIMICA</b>	<b>36</b>
<b>VI.1.- INTRODUCCION</b>	<b>36</b>
<b>VI.2.- CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>37</b>
<i>VI.2.1.- Clima y Vegetación</i>	<b>37</b>
<i>VI.2.2.- Hidrografía</i>	<b>37</b>
<b>VI.3.- PARAMETROS ESTADISTICOS.</b>	<b>38</b>
<i>VI.3.1.- Muestreo.</i>	<b>38</b>
<i>VI.3.2.- Análisis</i>	<b>38</b>
<b>VI.4.- INTERPRETACION GEOQUIMICA.</b>	<b>40</b>
<i>VI.4.1.- Estudio de orientación.</i>	<b>40</b>
<i>VI.4.2.- Afinidad de elementos.</i>	<b>40</b>
<i>VI.4.3.- Interpretación de elementos metálicos</i>	<b>40</b>
<b>VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>47</b>
<b>VIII.- PROBLEMAS NO RESUELTOS</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS</b>	
Tabla de datos estructurales	
Tabla de plantas de beneficio	
Tabla de yacimientos minerales	
Tabla de roca dimensionable y bancos de material	
Tabla de análisis químico	
Tabla de muestreo	
Resultados de análisis químico	

**RESUMEN TIZIMÍN**  
**ESCALA 1:250,000**  
**CLAVE F16-7**

La carta está ubicada en la porción norte del estado de Yucatán, entre las coordenadas geográficas 21° 00' a 22° 00' de latitud norte y 88° 00' a 90° 00' de longitud oeste. Cubre una superficie de 9,358 km<sup>2</sup>.

Fisiográficamente, se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Plataforma de Yucatán (Raisz E., 1964).

Las rocas aflorantes corresponden a la provincia geológica denominada Plataforma de Yucatán. La unidad más antigua corresponde a la Formación Carrillo Puerto (TmplCz-Cq) de edad Mioceno superior-Plioceno, conformada por una secuencia carbonatada constituida por caliza y coquina, le sobreyace en forma concordante un paquete sedimentario, constituido por roca de textura clástica constituida por cristales finos de calcita y horizontes de conchas mal consolidados, (Qpt(?)Cq-Ar) de edad Pleistoceno.

Cubriendo parcialmente e indistintamente a estas unidades se tienen depósitos aluviales constituidos por arcillas, limos, arenas y gravas calcáreas; depósitos de litoral (Qholi) formados por sedimentos no consolidados constituido por granos de arenas, líticos retrabajados en tamaños que varían de arena fina a gruesa algunas gravas y fragmentos de conchas. Existen también depósitos palustres (Qhopa) constituidos por sedimentos finos, fango calcáreo, sales y materia orgánica en descomposición depositados en lagunas someras, separadas del mar por un cordón litoral.

Las rocas que forman la secuencia carbonatada no presenta deformaciones significativas y los estratos presentan una actitud horizontal o subhorizontal.

La historia geológica de la provincia geológica denominada Plataforma de Yucatán, está ligada a la apertura del Golfo de México que inicio en el Triásico Superior, con la ruptura del supercontinente Pangea, en el margen sur de la placa de Norteamérica, evento que continuo durante el Jurásico Inferior y Medio.

Durante el Kimmeridgiano el Bloque Yucatán se desplazó hacia el SE a través de un sistema de fallas dextrales que separaban las plataformas de Yucatán y Florida, generando la invasión de aguas marinas que acumularon paquetes de carbonatos en condiciones someras y de alta energía mientras que en el Tithoniano se depositan carbonatos arcillosos, en el Cretácico Inferior en aguas más o menos profundas se deposita paquetes de carbonatos. Entre el Cretácico Medio y Superior se manifiesta una quietud tectónica aunada a una gran trasgresión marina que permitió en casi todo México el depósito de potentes espesores de carbonatos de plataforma.

Desde el Terciario hasta el Reciente, las condiciones de depósito han variado entre plataforma somera hasta evaporíticas restringidas, debido a oscilaciones del nivel del mar.

Entre el Pleistoceno y el Holoceno se ha desarrollado una transgresión que ha provocado el depósito de sedimentos en zona de pantanos, litorales y lagunas. La zona salinera la colorada está ubicada en la porción oriental de la carta. También se incluyen dentro de los no metálicos los bancos de materiales que proporcionan la materia prima para la elaboración de agregados pétreos que se utilizan en la industria de la construcción tanto urbana como de infraestructura carretera y se encuentran distribuidos en forma irregular en toda la carta.

Para el beneficio de agregados pétreos, en la región existen 4 trituradoras que producen 30,600 m<sup>3</sup> mensuales de polvo (arena), grava y sello (granzón).

Se ubicaron un total de 25 bancos, de los cuales 7 de ellos se encuentra en explotación continua produciendo agregados pétreos y los 18 restantes operan intermitentemente produciendo material de

relleno que se utiliza como revestimiento en las zonas urbanas de las comunidades y caminos de la región.

En algunos bancos de material se tomaron muestras para análisis químico cuantitativo, el cual nos ayudó para establecer que los materiales de los bancos: Kilómetro Treinta, Cheuman y Bagg pueden ser utilizados para la elaboración de cal hidratada.

## I.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.-OBJETIVO DEL ESTUDIO.

Con el propósito de proporcionar al sector minero y al usuario en general, de manera más completa y eficiente el servicio de información geológico-minera de nuestro país. El Consejo de Recursos Minerales (hoy Servicio Geológico Mexicano) instituyó un programa de infraestructura básica geológica-minera, con el fin de generar toda la información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico-mineras, geoquímicas (31 elementos) y magnéticas, en formato cartográfico 1:50,000 y 1:250,000; con el objetivo de realizar el cubrimiento del territorio nacional.

El caso del presente estudio consistió en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta

Tizimín F16-7, escala 1:250,000, realizando estudios de interpretación de imágenes de satélite, mapeo de unidades litoestratigráficas, zonas de alteración; paralelamente se realizó la prospección minera con su respectivo inventario e interpretación correspondiente, además de un estudio de magnetometría aérea, el cual no es parte de este informe.

### 1.2.- TRABAJOS PREVIOS

El área ha sido objeto de estudios por parte de diversos investigadores e instituciones, entre los trabajos más relevantes destaca la información generada por el Consejo de Recursos Minerales, la Universidad Nacional Autónoma de México y PEMEX. (Figura 1).



Figura 1.- Trabajos previos

Universidad Nacional Autónoma de México y PEMEX. (Figura 1).

Sapper C., (1896) realiza un estudio de la geografía, física y la geología de la Península de Yucatán, determinando que no hay variedad de formaciones geológicas.

Butterlin J. *et al*, (1959), realizan estudios de las formaciones Cenozoicas de la península de Yucatán. Su contribución es fundamentalmente sobre el conocimiento de la paleogeografía de la Plataforma de Yucatán.

Godoy R. D., (1965), con base en el pozo petrolero Yucatán No.1, obtuvo información sobre la columna estratigráfica a profundidad, la cual sirvió para aclarar la estratigrafía del área.

Aguayo C. J. E., (1966), determinó la estratigrafía del área con base en los registros eléctricos y paleontológicos, por conjuntos faunísticos índice, tratando de resolver problemas sedimentarios y tectónicos.

López R. E. (1973), lleva a cabo un estudio geológico de la península de Yucatán en el que cartografía y describe las unidades de esta provincia.

En 1981 Viniegra O. F., realiza un estudio geológico con enfoque petrolero del gran banco carbonatado de Yucatán, que comprende una porción de la Plataforma de Yucatán.

INEGI (1983), publica la Carta Geológica Tizimín, Clave F16-7, escala 1:250,000, cartografiando unidades del cenozoico.

En 1991 la Geological Society of America publica el volumen J de The Geology of North America, denominado "The Golfo of México Basin", conformado por un compendio de estudios relacionados al origen y evolución del Golfo de México (Amos S. 1991).

Vera S. P., (2000) realizó la caracterización geoquímica de las unidades basales del bloque de Yucatán y su afinidad similar en el Golfo de México tratando de explicar sus implicaciones en la evolución tectónica del Golfo de México.

### 1.3. MÉTODO DE TRABAJO.

En la primera etapa se realiza la compilación de información bibliocartográfica publicada e inédita con el propósito de recabar, ordenar y clasificar la información de la carta a realizar.

Paralelamente se procede a la interpretación de la imagen de satélite (Landsat TM) y modelo digital de elevación.

Posteriormente con el análisis y síntesis de la información y las interpretaciones se establece el marco geológico-minero y la problemática a resolver.

Al inicio de los trabajos de campo se realiza el reconocimiento general del área con la finalidad de observar y reconocer, en campo, la información de trabajos realizados previamente por otros autores; definir los criterios cartográficos en función del marco geológico y escala de la carta; el agrupamiento o separación de las unidades geológicas a cartografiar, considerando prioritariamente los criterios utilizados en cartas aledañas elaboradas previamente por el C.R.M.; así como elaborar el programa de muestreo geológico-minero con base en las características específicas de la carta a elaborar.

En un tiempo estimado de 3 meses como máximo, se realiza el mapeo geológico, el cual consiste básicamente de:

- a).- Descripción de las unidades litológicas.
- b).- Medición de datos estructurales (estratificaciones, fracturas, foliaciones, fallas, pliegues, etc.).
- c).- Determinación de las relaciones estratigráficas y/o tectónicas.
- e).- Obtención de muestras enfocadas a resolver problemas específicos.

Petrográficas, para resolver problemas litológicos y estructurales.

De roca, para análisis de elementos mayores (roca total) para determinar evolución magmática y ambiente geodinámicos.

Paleontológicas y/o isotópicas, para resolver problemas estratigráficos.

Paralelamente se realiza la ubicación y toma de datos de los yacimientos minerales que consiste en lo siguiente:

- 1).- Descripción de las características de cada localidad mineralizada

Yacimientos metálicos (estatus, obras mineras, sustancia, clave, roca encajonante, forma y

dimensiones, mineralogía, etc.).

Yacimientos no metálicos (estatus, mineral, obras mineras, clave, roca encajonante, unidad estratigráfica, forma y dimensiones, potencial, etc.).

Bancos de materiales (estatus, roca, unidad estratigráfica y producto).

Plantas de beneficio (ubicación con GPS, razón social, tipo de beneficio, producto final y capacidad)

2).- Medición de las estructuras mineralizadas.

3).- Definición del contexto geológico de los yacimientos.

4).- Definición de las alteraciones hidrotermales.

5).- Obtención de muestras (considerando la información previa de cada una de las localidades) (estudios de difracción o fluorescencia de rayos X,

estructuras, así como de yacimientos minerales e infraestructura minera.

Todos los datos puntuales como son datos estructurales, localidades de muestreo, ubicación de entidades mineralizadas, puntos de control, etc., se ubican con receptor GPS, registrando en una bitácora digital las características de cada punto.

Las actividades de gabinete consisten de:

Transformación de los datos obtenidos del GPS a archivos PCX5, depurarlos y posteriormente convertirlos en EXCEL a base de datos.

Plasmar los datos obtenidos en los planos correspondientes.

Construcción de la columna estratigráfica en función de las observaciones de campo y datos de laboratorio (edades paleontológicas y/o isotópicas).

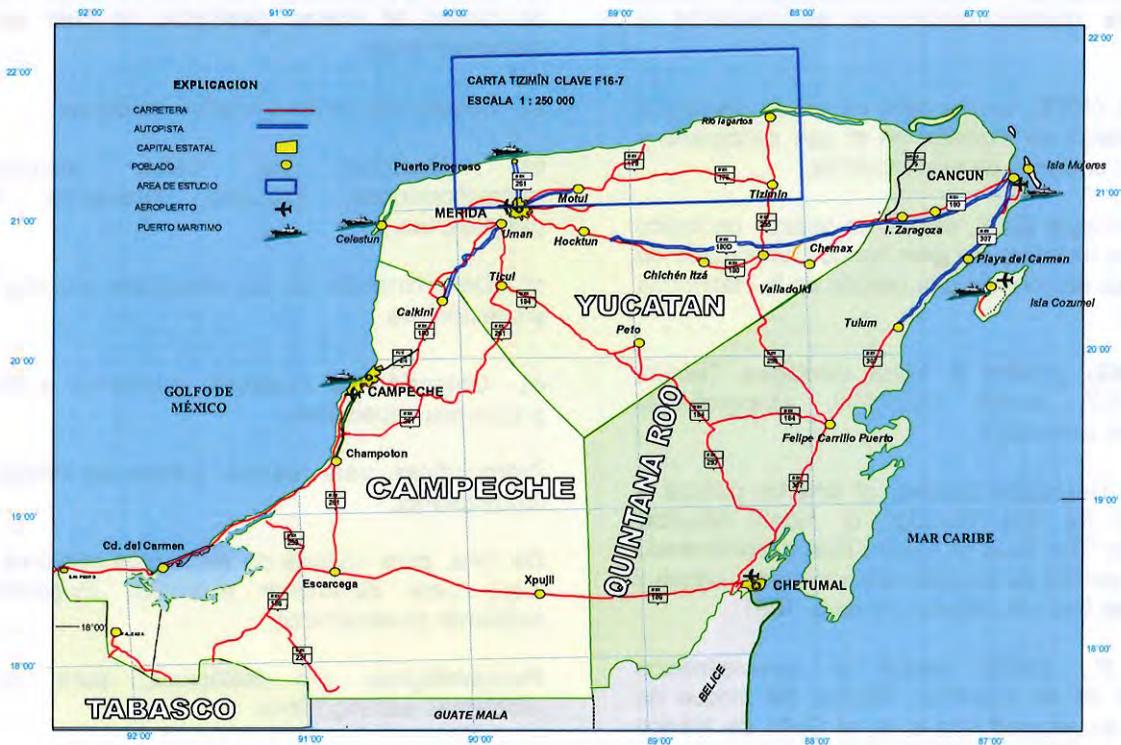


Figura 2.- Plano de localización

minerográficos, esquirlas, paragenéticos, caracterización física, inclusiones fluidas, etc.).

6).- Se toman fotografías representativas de las principales características de las unidades y

Interpretación de secciones geológicas de trabajo.

La última etapa consiste en realizar la síntesis e integración de la información gráfica y el texto explicativo de la misma.

## II.- GEOGRAFIA

### II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSION DEL ÁREA

Se localiza en la porción norte del estado de Yucatán y esta limitada por las coordenadas geográficas 21° 00' a 22° 00' de latitud norte y 88° 00' a 90° 00' de longitud oeste. Cubre una superficie de 9358 km<sup>2</sup>. (Figura 2).

La porción oriental de la carta está comunicada por la carretera federal No. 295, Valladolid-Río Lagartos, con dirección norte-sur atravesando la totalidad de la carta.

La carretera estatal No. 27 en su tramo Puerto Progreso-Panabá, comunica a todas las comunidades y puertos pesqueros localizados sobre la línea de costa.

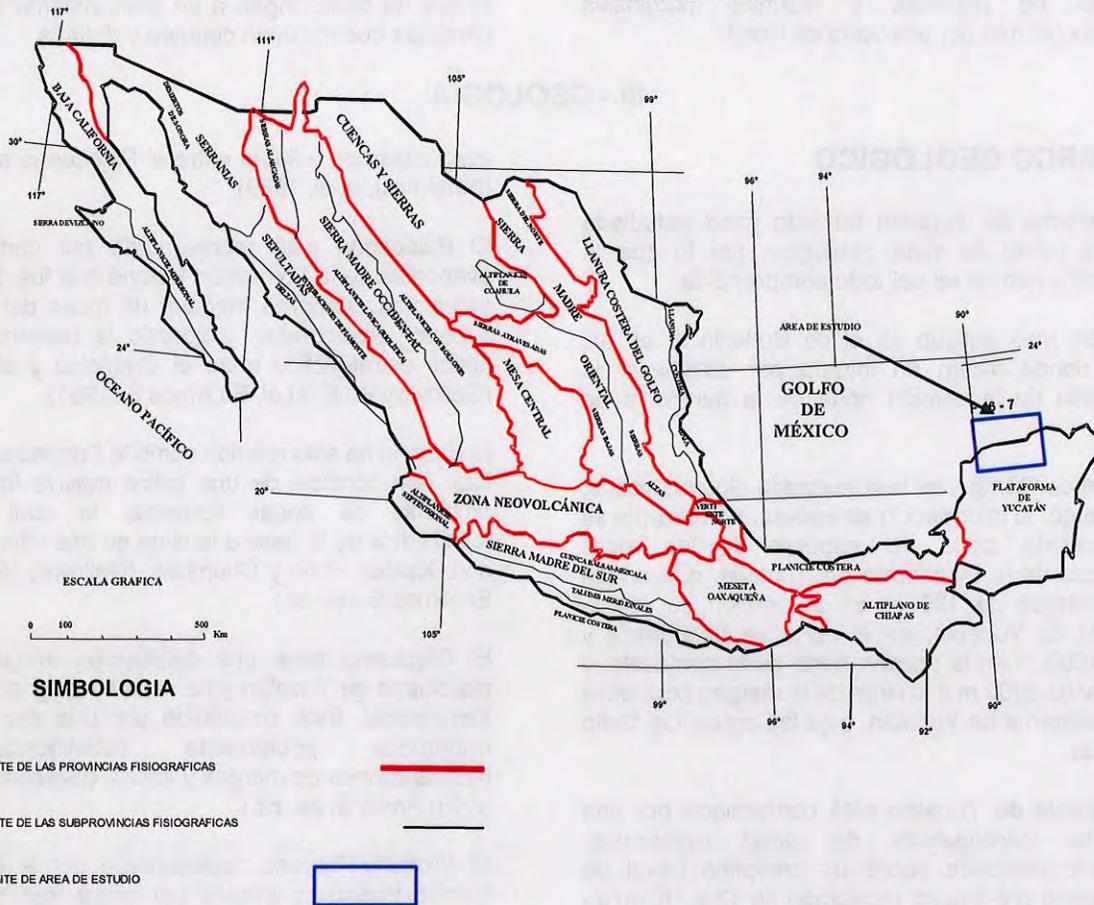


Figura 3.- Provincias fisiográficas

### II.2.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

La principal vía de comunicación es la carretera federal No. 176, Mérida-Tizimín que cruza la porción sur de la carta con dirección este-oeste y comunica los poblados, Motul, Temax, Buctzots y Tizimín. De esta vía deriva una red de carreteras estatales y terracerías que comunican a las diferentes poblaciones, constituyendo una buena infraestructura carretera.

Se cuenta también con un aeropuerto internacional en la ciudad de Mérida, así como con pequeñas aeristas para avioneta y helicóptero en: Dzilam de Bravo, Tizimín, Las Coloradas, Progreso, Hunucmá y Telchac Puerto.

El ferrocarril que comunica a las ciudades de Tizimín, Mérida, y Campeche pasa por la parte sur de la carta constituyendo otra vía de comunicación.

### II.3.- FISIOGRAFÍA.

Según la clasificación de Raiz E., (1964), el área de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica Plataforma de Yucatán. (**Figura 3**) que se caracteriza en esta región por presentar una superficie sensiblemente plana y pequeños lomeríos.

La parte central de la carta está constituida por tierras bajas y una planicie costera modificada por el desarrollo de planicies y lagunas marginales separadas del mar por una barra de litoral.

En la porción sur, el relieve es plano con poca elevación, se caracteriza por estar constituido de tierras bajas, con ligeras inclinaciones o basculamientos que originan una topografía plana.

La red hidrográfica, a causa de la conformación topográfica, presenta características muy particulares y está constituida principalmente por corrientes subterráneas sin corrientes superficiales, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas cársticas que incluyen cenotes y dolinas.

## III.- GEOLOGÍA

### III.1 MARCO GEOLÓGICO

La plataforma de Yucatán ha sido poco estudiada desde el punto de vista geológico, por lo que la estratigrafía aun no es del todo comprendida.

El estudio mas antiguo es el de Butterlin J. *et al.*, (1959), donde hacen un intento por establecer la estratigrafía de la porción norte de la península de Yucatán.

Por parte de PEMEX se han realizado algunos pozos, sin embargo, la información es escasa, no obstante se han aportado datos del espesor de las rocas cenozoicas de la Plataforma de Yucatán, que andan en los rangos de 100 m en la porción sur de la península de Yucatán, en el norte de Guatemala y Belice. 1000 m en la porción norte de la península, y alrededor de 2000 m a lo largo de la margen occidental de la plataforma de Yucatán, bajo las aguas del Golfo de México.

La península de Yucatán está conformada por una plataforma carbonatada de edad mesozoica-cenozoica, edificada sobre un complejo basal de posible edad pre-triásica localizado de 12 a 16 km de profundidad (López R. E., 1979). A esta unidad basal le sobryace en discordancia una secuencia de lechos rojos correlacionables con la Formación Todos Santos de edad Jurásico-Cretácico (Viniestra O. F., 1971). La secuencia cretácica reconocida en las perforaciones de PEMEX está constituida principalmente por anhidrita, caliza dolomía e intercalaciones de bentonita, la base se encuentra formada por las Evaporitas Yucatán (López R. E., 1979).

Las rocas terciarias de la Plataforma de Yucatán están representadas por secuencias sedimentarias carbonatadas y dolomíticas con intercalaciones de

evaporitas con edades entre el Paleoceno al Plioceno (Butterlin J. *et al.*, 1959).

El Paleoceno está representado por carbonatos y evaporitas de la Formación Icaiché que fue depositada sobre una superficie irregular de rocas del Cretácico superior erosionadas, indicando la presencia de un hiatus estratigráfico entre el Cretácico y el Terciario (Galloway W. E. *et al.* En Amos S. 1991).

El Eoceno ha sido referido como la Formación Chichén Itzá, que consiste de una caliza masiva fosilífera de ambiente de aguas someras, la cual ha sido subdividida de la base a la cima en tres miembros que son: Xcabal, Piste y Chumbec. (Galloway W. E. *et al.* En Amos S. *op. cit.*)

El Oligoceno tiene una distribución irregular en la plataforma de Yucatán y no se le ha asignado nombre formacional. Está constituido por una secuencia de calcarenita pobremente estratificadas con intercalaciones de margas y lutitas. (Galloway W. E. *et al.* En Amos S. *op. cit.*).

El Mioceno-Plioceno representado por la Formación Carrillo Puerto constituida por caliza fosilífera, caliza arcillosa y marga, cubre discordantemente al Eoceno o bien al Oligoceno cuando esta presente. (Galloway W. E. *et al.* En Amos S. *op. cit.*).

El Plioceno-Pleistoceno está caracterizado por packstone de bioclastos y calcarenitas (Galloway W. E. *et al.* En Amos S. *op. cit.*).

Por último, el Cuaternario esta representado por extensos depósitos de: litoral, lacustre, palustre y aluvión que cubren las partes más bajas; los de litoral están formados por sedimentos no consolidados con presencia de conchas, los palustres están constituidos por sedimentos no consolidados de arcillas, limos, sales y materia

orgánica; los lacustres contienen lodos calcáreos depositados en lagunas someras formadas en la franja litoral. Se encuentran separados del mar por un cordón litoral o por una barrera calcárea; el aluvión contiene arcillas, limos y algunas gravas calcáreas. (INEGI, 1984).

La secuencia carbonatada no presenta deformaciones significativas y está constituida por estratos que conservan una actitud horizontal o subhorizontal. Las estructuras que se observan son pequeñas ondulaciones, de acuerdo con la interpretación geofísica se trata de una serie de antiformas y sinformas, ligeramente asimétricas, con sus ejes orientados con rumbo general NE-SW. No se han encontrado fallas y los indicios de pliegues no son continuos. Sin embargo, se sospecha que puede haber algunas fallas, teniendo en cuenta los movimientos de la plataforma de Yucatán, (Viniegra O. F. 1981).

### III.2 ESTRATIGRAFIA.

#### III.2.1.- Plataforma de Yucatán.

Se identificaron afloramientos de la Formación Carrillo Puerto, que cubren la mayor extensión de la carta, existen también depósitos palustres y litorales recientes. (*Figuras 4 y 5*).

#### **Formación Carrillo Puerto (Tmpl Cz-Cq).**

Esta unidad se distribuye casi en la totalidad de la carta, cubriendo una superficie aproximada de 8,650 km<sup>2</sup>.

Está conformada por packstone, grainstone, boundstone y brecha calcárea, a la que se le observa carsticidad tipo lapiaz en forma de cavernas y huecos y se describe en las localidades siguientes:

**Sección Hunucmà-Sisal (fuera de la carta)** Ubicada en el límite suroccidental de la carta, entre una estación ubicada 15 km al N 45° W de la comunidad de Hunucmá, (coordenadas UTM 16Q, 189078 E y 2337934 N), y Hunucmá (coordenadas UTM 16Q, 194750 E y 2326611 N), en donde aflora un boundstone color crema que intemperiza a gris oscuro, en capas que varían de 20 a 30 cm, con abundantes fósiles de bivalvos y gasterópodos. 10 km al N50°W de la comunidad de Hunucmá, (coordenadas UTM 16Q, 193410 E y 2332777 N), se observa un grainstone que varía a boundstone de color crema al fresco y gris con tonos blanquecinos al intemperismo, en capas de hasta 60 cm de espesor, los fósiles están representados por bivalvos, turrítelas y cefalópodos

soportados por un cementante calcáreo. 5 km al oeste del poblado Hunucma, aflora un grainstone fosilífero de color crema que intemperiza a gris claro, algo poroso.

**Afloramiento La Granja.-** En la parte suroccidental de la carta, 4 km al N15°W de la comunidad de Hunucmá, (coordenadas UTM 16Q, 198422 E y 2330431 N), aflora un boundstone de color amarillo ocre que intemperiza a gris oscuro con abundantes fósiles de bivalvos, gasterópodos y algunos corales, soportados en una matriz calcárea (*Fotografía 1*).



**Fotografía 1.- Afloramiento de boundstone con abundantes macrofósiles, al NW de la comunidad de Hunucmá.**

**Afloramiento Ucu.-** En la porción suroccidental de la carta, 5 km al oeste de la comunidad de Ucu, (coordenadas UTM 16Q, 209613 E y 2328633 N), aflora grainstone fosilífero de color beige al fresco e intemperiza a gris oscuro, con fósiles de bivalvos y gasterópodos.

**Afloramiento Yaxche.-** En la porción suroccidental de la carta 10 km al oeste del poblado Cheuman, (coordenadas UTM 16Q, 208776 E y 2331758 N), aflora un boundstone color crema que intemperiza a gris claro, poroso, superficialmente se presenta en una capa que varían de 30 a 40 cm con carsticidad tipo lapiaz.

En una estación ubicada en la porción suroccidental de la carta, 9 km al norte de la comunidad de Hunucmá, (coordenadas UTM 16Q, 202321 E y 2336129 N), se observa un boundstone de color crema amarillento que intemperiza a gris claro, superficialmente se presenta en forma masiva, constituido por fósiles de bivalvos, corales y ostrácodos, soportados por un cementante calcáreo.

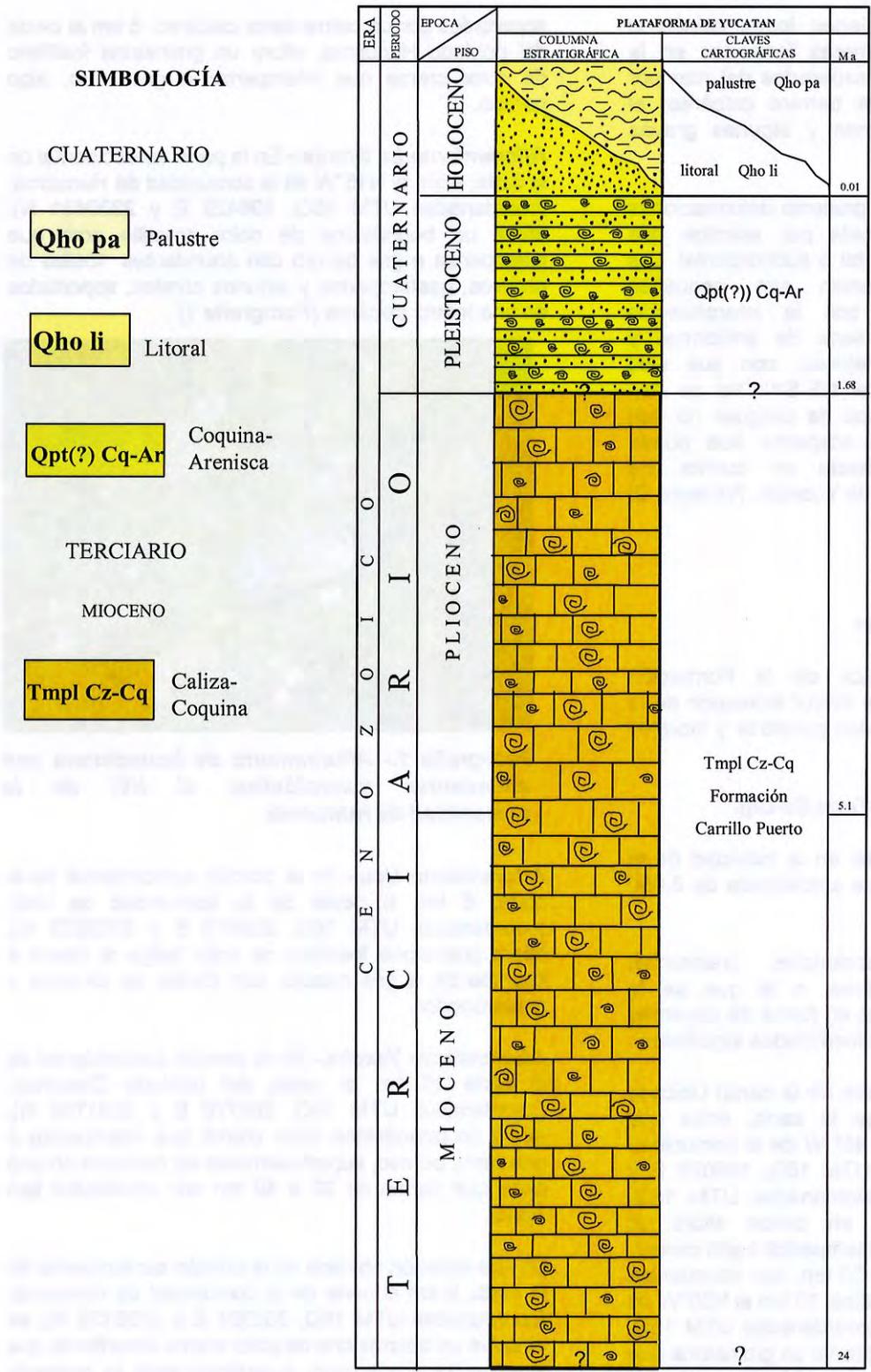


Figura 4.- Columna estratigráfica



**Sección Caucel-Chuburná Puerto.-** Ubicada en la porción suroccidental de la carta, a lo largo del camino que comunica a las comunidades de Caucel (coordenadas UTM 16Q, 218992 E y 2329289 N) y Chuburná Puerto, (coordenadas UTM 16Q, 207142 E y 2346160 N) en donde aflora un boundstone que varía a wackestone, de color que varía de crema amarillento a beige e intemperiza a gris claro, en estratos de 20 a 40 cm, (**Fotografías 2 y 3**), con



**Fotografía 2.-** Afloramiento de wackestone en capas de 20 a 40 cm de la Formación Carrillo Puerto, localidad cenote Noc-Ac.



**Fotografía 3.-** Actitud subhorizontal de las capas, de la Formación Carrillo Puerto en el corte del cenote Noc-Ac, en la porción sureste de la carta.

fósiles de moluscos, bivalvos, ostras, cefalópodos y gasterópodos, ocasionalmente se observa una brecha calcárea algo porosa con clastos subangulosos de mudstone que varían de 2 a 5 cm. 4 km al oeste del poblado de Suyfunchen, (coordenadas UTM 16Q,

212444 E y 2335543 N), aflora una capa de 30 cm de boundstone color crema que intemperiza a tono blanquecino, algo poroso con abundantes fósiles de bivalvos y gasterópodos soportados en una matriz calcárea.

**Afloramiento Kikteil.-** En el suroccidental de la carta, 1 km al norte de la comunidad de Kikteil, (coordenadas UTM 16Q, 220380 E y 2339997 N) se observa un boundstone de color crema amarillento que intemperiza a gris oscuro, con fósiles de bivalvos y gasterópodos; no se pueden medir sus estratos ya que no existen cortes que permitan observar su espesor por ser una zona completamente plana.



**Fotografía 4.-** Afloramiento de boundstone de la Formación Carrillo Puerto, en capas semihorizontales, en las inmediaciones de la comunidad Sac-Nic



**Fotografía 5.-** Afloramiento de boundstone con abundantes macrofósiles e incipiente carsticidad, en las inmediaciones de la comunidad Sac-Nicté.

**Sección Framboyanes-Mérida.-** Localizada en la porción suroccidental de la carta, entre el Fraccionamiento Framboyanes (coordenadas UTM 16Q, 230028 E y 2329983 N) y Mérida, (coordenadas UTM 16Q, 223367 E y 2349714 N) en donde se observa una capa entre 20 y 30 cm de boundstone de color crema con tonos amarillentos que intemperiza a gris oscuro (**Fotografías 4 y 5**), con fósiles de bivalvos, gasterópodos y corales, se pueden observar también galerías de gusanos.



**Fotografía 6.-** Afloramiento de boundstone en estratos semihorizontales de 30 a 60 cm de la Formación Carrillo Puerto, con macrofósiles e incipiente carsticidad, al sur de Chicxulub Puerto.



**Fotografía 7.-** Afloramiento de boundstone con disolución cárstica que ilustra el inicio de un cenote, al sur de Chicxulub Puerto.

En la porción suroccidental de la carta, en una estación ubicada 10 km al S 55° E de la comunidad de Chicxulub Puerto, (coordenadas UTM 16Q, 238130 E

y 2350612 N), aflora una capa de 30 a 60 cm de espesor de boundstone de color crema que intemperiza a gris con tono amarillento, con fósiles de bivalvos, gasterópodos y escasos corales, (**Fotografía 6**), con disolución cárstica que origina la formación de cenotes (**Fotografía 7**).

En la estación localizada en la porción suroccidental de la carta a 1 km al N50°E de la comunidad de Chicxulub Pueblo, (coordenadas UTM 16Q, 240047 E y 2339923 N), se observa un grainstone que varía a brecha calcárea de color crema con tono amarillento que intemperiza a gris oscuro, presentan poca fauna, la brecha esta integrada por clastos subangulosos de packstone que varían de 1 a 2 cm.

**Afloramiento Xcuyùm.-** En las inmediaciones de la comunidad de Xcuyùm, (coordenadas UTM 16Q, 240085 E y 2329860 N), aflora un grainstone algo poroso de color gris crema que intemperiza a gris oscuro, se presenta en capas de 50 a 60 cm y ocasionalmente en forma masiva, se le observan fósiles de bivalvos y gasterópodos soportados en una matriz calcárea.

**Afloramiento Yaxkukul.-** En la porción suroccidental de la carta, 1 km al S80°E de la comunidad de Yaxkukul, (coordenadas UTM 16Q, 250158 E y 2330316 N), aflora una brecha calcárea de color crema que intemperiza a gris claro, de estructura masiva y compacta, integrada por clastos de grainstone y packstone subangulosos que varían de 3 a 8 cm, con fósiles de bivalvos y gasterópodos.



**Fotografía 8.-** Comportamiento subhorizontal del boundstone de la Formación Carrillo Puerto al oeste de la comunidad de Timul.

**Afloramiento Timul.-** En la parte suroccidental de la carta, 4 km al occidente de la comunidad de Timul, (coordenadas UTM 16Q, 247467 E y 2344743 N),

aflora un boundstone de color crema que interperiza a gris oscuro, algo poroso, con macrofósiles constituidos por moldes y calcos de conchas y algunos gasterópodos (**Fotografía 8**), en capas que varían de 20 a 40 cm (**Fotografía 9**).



**Fotografía 9.- Afloramiento de boundstone con macrofósiles en capas de 40 cm de la Formación Carrillo Puerto, al oeste de Timul.**

En una estación ubicada en la porción suroccidental de la carta a 12 km al norte de la comunidad de Timul, (coordenadas UTM 16Q, 249340 E y 2356791 N), aflora un grainstone fosilífero de color crema que interperiza a tono blanquizo, presenta macrofósiles constituidos por moldes y calcos de conchas y algunos gasterópodos.



**Fotografía 10.- Afloramiento de boundstone de la Formación Carrillo Puerto, en capas subhorizontales, al norte de Motul .**

**Sección Dzemul-San José Grande.-** Ubicada en la porción sur de la carta, entre las comunidades Dzemul

(coordenadas UTM 16Q, 260321 E y 2329176 N), y San José Grande (coordenadas UTM 16Q, 259907 E y 2350077 N), en donde aflora boundstone y ocasionalmente brecha calcárea. El boundstone varía a grainstone y es de color crema amarillento que interperiza a gris claro (**Fotografías 10 y 11**), con fósiles de bivalvos, gasterópodos y escasos corales, soportados por un cementante calcáreo. El grainstone es de color beige al fresco e interperiza a tonos grises de forma masiva. La brecha está integrada por clastos subangulosos a subredondeados de mudstone que varían de 1 a 2 cm.



**Fotografía 11.- Capa en actitud semihorizontal de la Formación Carrillo Puerto, en la porción sureste de la carta al norte de Motul.**

**Afloramiento Telchac Puerto.-** En la parte centro de la carta, 2 km antes de llegar a Telchac Puerto



**Fotografía 12.- Afloramiento de boundstone de la Formación Carrillo Puerto, donde se observan calcos y huellas de macrofósiles, al sur de Telchac Puerto.**

sobre la carretera que lo comunica con Telchac Pueblo (coordenadas UTM 16Q, 265538 E y 2360094 N), se observa una secuencia calcárea con una extensión de 10 m por 30 m de ancho, superficialmente se observan estratos de 30 cm de espesor y algunas bandas de mudstone color pardo oscuro, intercaladas en un grainstone que varía a boundstone, de color crema al fresco que intertemperiza a gris claro, con calcos y huellas de moluscos, bivalvos, ostras, cefalópodos y gasterópodos (**Fotografía 12**), con erosión cárstica de tipo lapiaz.

En una estación ubicada en la parte centro de la carta, 4 km al sur de la comunidad de San Crisanto (coordenadas UTM 16Q, 269851 E y 2358023 N), en un afloramiento de 30 por 50 m se observa grainstone color crema al fresco que intertemperiza a gris claro (**Fotografía 13**), en estratos de 30 a 40 cm, con escasas bandas de mudstone color pardo oscuro.



**Fotografía 13.-** Afloramiento de grainstone en capas semihorizontales de 30 a 40 cm de la Formación Carrillo Puerto, al sur de San Crisanto.

**Afloramiento Sinanché.-** En la porción sur de la carta, 2 km al N20°W de la comunidad de Sinanché (coordenadas UTM 16Q, 270936 E y 2349808 N), se observa una brecha calcárea fosilífera constituida por clastos subangulosos de packstone de hasta 10 cm, de color crema con tono amarillento que intertemperiza a crema con tono blanquizco, soportados por un cementante calcáreo, con carsticidad tipo lapiaz (**Fotografías 14 y 15**).

**Sección Chabihau-Teya.-** Ubicada en la porción centro-sur de la carta, entre las comunidades Chabihau (coordenadas UTM 16Q, 280736 E, 2361032 N) y Teya (coordenadas UTM 16Q, 280159

E, 2330159 N), en donde se observa un grainstone que varía a boundstone. El grainstone se presenta algo poroso, de color crema e intertemperiza a gris claro. El boundstone es de color crema que intertemperiza a gris oscuro, en estratos que varían de 30 a 40 cm, con gran contenido de fósiles de moluscos, bivalvos, ostras, cefalópodos y gasterópodos, inmersos en un cementante calcáreo, con carsticidad tipo lapiaz.



**Fotografía 14.-** Afloramiento de brecha calcárea en capas subhorizontales de la Formación Carrillo Puerto con incipiente carsticidad, al NW de Sinanché.



**Fotografía 15.-** Afloramiento de brecha calcárea en capas subhorizontales de la Formación Carrillo Puerto en la que se observan clastos subangulosos y disolución cárstica, al NW de Sinanché.

**Afloramiento Yobain.-** En la porción sur de la carta, en las inmediaciones de la comunidad de Yobain (coordenadas UTM 16Q, 279913 E y 2349987 N), se observa un boundstone de color crema claro que intertemperiza a blanco, en estratos de 20 a 40 cm

(**Fotografía 16**), con fósiles de moluscos, bivalvos, ostras y gasterópodos.

**Afloramiento Santa Clara.**- En la porción central de la carta en las inmediaciones del poblado de Santa Clara (coordenadas UTM 16Q, 290775 E y 2362637 N) sobre la carretera que lo comunica con el poblado de Dzidzantun, aflora un grainstone fosilífero de color beige, que intemperiza a gris claro, integrado por restos de moluscos, bivalvos, crustáceos, cefalópodos y gasterópodos soportados por un cementante calcáreo, en capas de 20 a 30 cm a las que se les observa carsticidad tipo lapiaz.



**Fotografía 16.- Afloramiento de boundstone en estratos de 20 a 40 cm de la Formación Carrillo Puerto en las inmediaciones de Yobain.**

**Afloramiento Dzidzantun.**- En la porción sur de la carta, 2 km al S70°E de la comunidad de Dzidzantun (coordenadas UTM 16Q, 290089 E y 2350005 N), se observa un grainstone fosilífero algo poroso, de color crema que intemperiza a gris claro, con pequeños clastos de mudstone de color pardo oscuro que le dan aspecto brechoide, con erosión cárstica tipo lapiaz.

**Afloramiento Temax.**- En la porción sur de la carta, 8 km al occidente de la comunidad de Temax (coordenadas UTM 16Q, 290318 E y 2340065 N) aflora un packstone que varía a grainstone, de color crema que intemperiza a gris con tono amarillento, con escasos fósiles y pequeñas concreciones de mudstone de color pardo oscuro, con disolución cárstica tipo lapiaz.

**Afloramiento Tepakán.**- En la parte sur de la carta, 2 km al N55°E de la comunidad de Tepakán (coordenadas UTM 16Q, 290274 E y 2329551 N), se observa un packstone que varía a grainstone, poroso, de color crema que intemperiza a gris oscuro, con

intercalación de bandas de mudstone de color pardo oscuro.

**Sección Dzilam de Bravo-Tekal de Venegas.**- Ubicada en la porción centro-sur de la carta, sobre el camino que comunica a las comunidades de Dzilam de Bravo (coordenadas UTM 16Q, 303791 E, 2365836 N) y Tekal de Venegas (UTM 16Q 293886 E, 2325917 N), en donde se observa un grainstone que varía a boundstone con algunos niveles de oolitas, de color crema que intemperiza a gris claro, algo poroso, en capas de 20 a 30 cm y en ocasiones masiva, integradas principalmente por microfósiles (**Fotografía 17**) de bivalvos, gasterópodos y pelecípodos,



**Fotografía 17.- Afloramiento de boundstone en el que se observan abundantes macrofósiles de gasterópodos y pelecípodos, de la Formación Carrillo Puerto, al sur de Santa Clara.**



**Fotografía 18.- Afloramiento de boundstone en capas semihorizontales con macrofósiles e incipiente carsticidad de la Formación Carrillo Puerto, al sur de Santa Clara.**

soportados por un cementante calcáreo, también se observan galerías de gusanos y carsticidad tipo lapiaz (**Fotografía 18**).

**Sección Dzilam de Bravo-Yalsihon.-** Ubicada en la porción centro de la carta, sobre la carretera que las comunica, inicia en la estación localizada 10 km al N60°E de la comunidad de Dzilam González, (coordenadas UTM 16Q, 310094 E y 2360442 N), y termina 10 km al N45°W de la comunidad de San Anselmo (coordenadas UTM 16Q, 325928 E y 2360821 N), en donde se observa un grainstone de color crema que interperiza a gris claro, con tonos amarillentos de aspecto cristalino en capas de 30 a 40 cm algunos horizontes con bivalvos, gasterópodos y microfósiles soportados en un cementante calcáreo y calcita. Superficialmente presenta disolución cárstica tipo lapiaz. Al N70°E y 20 km de la comunidad de Dzilam González (coordenadas UTM 16Q, 319729 E y 2360755 N), se observa un boundstone que varía a grainstone, poroso, de color crema que interperiza a gris claro, constituido principalmente por gasterópodos y bivalvos sostenidos en un cementante calcáreo, superficialmente se les puede observar erosión cárstica tipo lapiaz. Sobre la carretera 6 km al N25°W de la comunidad de San Anselmo (coordenadas UTM 16Q, 329927 E y 2360021 N), se observa un grainstone cristalino, algo brechoide, de color crema que interperiza a gris oscuro, con escasos fósiles.

**Afloramiento Buctotz.-** En la porción sur de la carta, 7 km al N55°E de la comunidad de Buctotz (coordenadas UTM 16Q, 325928 E y 2360821 N) se observa packstone que varía a grainstone poroso, de color crema que interperiza a gris oscuro, con vívalos y gasterópodos, presenta erosión cárstica tipo lapiaz.

**Afloramiento Sucuna.-** En la porción sur de la carta, 7 km al S 50° E de la comunidad de Buctotz (coordenadas UTM 16Q, 320431 E y 2340039 N), aflora un packstone que varía a grainstone, de color crema que interperiza a gris blanquizco, con intercalaciones de pequeñas bandas de mudstone de color pardo oscuro, se presenta en forma masiva, formando pequeñas salientes sobre la superficie sin que se llega observar su estatificación.

**Afloramiento Santo Domingo.-** En la porción sureste de la carta, 2 km al N 70° E de la comunidad de Santo Domingo (coordenadas UTM 16Q, 328684 E y 2339164 N), se observa una brecha calcárea de color crema que interperiza a gris claro, constituida principalmente por clastos subangulosos de mudstone

color café oscuro que varían de 1 a 4 cm, con macrofósiles tales como bivalvos y gasterópodos.

**Afloramiento Ox-huadz.-** En la porción sur de la carta, 7 km al S 70° E de la comunidad de Kancabchén (coordenadas UTM 16Q, 320657 E y 2329729 N), se observa un boundstone que varía a grainstone poroso, de color crema que interperiza a gris claro, en capas sensiblemente horizontales, la parte superior de las capas se presentan con mayor contenido de fósiles y a la inferior se le observan pequeñas bandas de mudstone de color pardo oscuro.

**Afloramiento Xbec.-** En la parte centro de la carta, en las inmediaciones de la comunidad de Xbec (coordenadas UTM 16Q, 310844 E y 2349929 N), se observa un packstone que varía a grainstone algo poroso, de color crema que interperiza a gris claro, con erosión cárstica tipo lapiaz.

**Afloramiento San Antonio Cámara.-** En la porción sur de la carta, 4 km al S 55° E de la comunidad de San Antonio Cámara (coordenadas UTM 16Q, 310977 E y 2340372 N), aflora un packstone que varía a grainstone, de color crema que interperiza a gris oscuro, con nódulos o pequeñas concreciones de mudstone color pardo oscuro, que dan la impresión de ser una brecha, con disolución cárstica tipo lapiaz,

**Afloramiento Chacan-hu.-** En la porción sureste de la carta, 3 km al occidente de la comunidad de Chacan-hu (coordenadas UTM 16Q, 330117 E y 2330144 N), se observa un grainstone, de color crema que interperiza a gris oscuro, con carsticidad tipo lapiaz.

**Sección Santa Librada-Tukiná.-** Ubicada en la porción oriental y suroriental de la carta, entre las comunidades Santa Librada (coordenadas UTM 16Q, 340007 E y 2370535 N) y Tukiná (coordenadas UTM 16 Q 338101 E y 2329187 N), donde aflora un boundstone que varía a grainstone algo poroso, cristalino y compacto. El boundstone es de color crema que interperiza a gris con tono amarillento, con bivalvos, gasterópodos y escasos corales sostenidos en un cementante calcáreo. El grainstone es de color crema que interperiza a gris oscuro, con abundantes macrofósiles y disolución cárstica tipo lapiaz. En las inmediaciones del rancho Santa Librada, (coordenadas UTM 16Q, 340007 E y 2370535 N) 5 km al N 65° W de la comunidad de Yalsihón, realizaron un pozo para extraer agua, en el cual después de atravesar una capa compacta de un boundstone de 1.5 m de espesor encontraron un material muy arenoso que se desintegra al ser removido, en el que se obtuvieron varias especies de macrofósiles como bivalvos, gasterópodos y turrítelas (**Fotografías 19, 20**,



**Fotografías 19, 20, 21 y 22 .- Afloramiento de boundstone de la Formación Carrillo Puerto, con diferentes macrofósiles y carsticidad, que se observa en la inmediaciones del rancho Santa Librada.**



**Fotografía 23.- Afloramiento de packstone de forma masiva, de la Formación Carrillo Puerto, que forma pequeñas salientes sobre la superficie, al sur de Granito de Oro.**

**Fotografía 24.- Afloramiento de packstone con diferentes grados de disolución cárstica, de la Formación Carrillo Puerto, al sur de Granito de Oro.**

**21 y 22).** En la porción este de la carta, 8 km al oeste de la comunidad de Yalsihón (coordenadas UTM 16Q, 336788 E y 2366472 N), aflora grainstone de color crema que intertemperiza a gris oscuro, se intercala con horizontes de brecha calcárea constituida por fragmentos subangulosos de 5 hasta 15 cm y bandas

de mudstone de color pardo oscuro y algunos horizontes fosilíferos con oquedades que dan la impresión de ser un coral. En la porción sureste de la carta, 4 km al S 30° E de la comunidad la Gran Lucha, sobre la carretera federal No. 178 (coordenadas UTM 16 Q 341784 E y 2342874 N), se observa packstone

que varía a grainstone, de color beige y gris oscuro al intemperismo, en capas de 30 a 40 cm y ocasionalmente masiva, con fósiles de pelecípodos, gasterópodos y dientes de tiburón?. Al sur de la carretera Buctzotz-Sucilá, 10 km al sur de la comunidad Granito de Oro (coordenadas UTM 16Q, 341107 E y 2339926 N), aflora un packstone, de color crema que intemperiza a pardo con tono amarillento, con estructura masiva, formando pequeñas salientes sobre la superficie (**Fotografía 23**) constituida por bivalvos y gasterópodos, con disolución cárstica tipo lapiaz (**Fotografía 24**). Al NE de Tukinà 4 km al S 50° W de la comunidad de Tixbacab (coordenadas UTM 16Q, 339345 E y 2330334 N), aflora un packstone, de color crema que intemperiza a pardo amarillento, se presenta en forma masiva, se le observan clastos o fragmentos de mudstone de color pardo oscuro que le da la impresión de ser una brecha, y una incipiente alteración a caliche. 5 km al S 50° W del poblado de Tixbacab, en la entrada del rancho Texas "el Grande" (coordenadas UTM 16 Q 338101 E y 2329187 N), aflora packstone que varía a grainstone, de color beige y gris claro al intemperismo, de estratos masivos, constituida por bivalvos y gasterópodos, con carsticidad tipo lapiaz y cavernas de disolución.



**Fotografía 25.- Afloramiento de grainstone poroso y masivo de la Formación Carrillo Puerto, con disolución cárstica, al NW del rancho X-Bella.**

**Afloramiento X-bella.-** En la porción este de la carta, 2 km al N 50° W del rancho X-bella (coordenadas UTM 16Q, 351157 E y 2369467 N), se observa un boundstone que varía a grainstone poroso, de color crema que intemperiza a gris oscuro, constituido principalmente por fósiles de gasterópodos, bivalvos y corales, sostenidos en un cementante calcáreo, se presenta en capas subhorizontales y ocasionalmente

en forma masiva, con disolución cárstica (**Fotografías 25 y 26**).



**Fotografía 26.- Grainstone poroso y masivo con disolución cárstica de la Formación Carrillo Puerto, que aflora al NW del rancho X-Bella.**

**Afloramiento La Candelaria.-** En la porción este del área de estudio, 3 km al este del rancho La Candelaria (coordenadas UTM 16Q, 360247 E y 2370426 N), se observa una brecha de color crema que intemperiza a gris oscuro, integrada por clastos subangulosos de 2 a 7 cm de mudstone, color pardo oscuro, algunos muy porosos de color mas claro, que se presentan en capas subhorizontales y de forma masiva.

**Afloramiento Chancalotmul.-** En la parte este de la carta, 3 km al este de la comunidad de Chancalotmul (coordenadas UTM 16Q, 349050 E y 2360079 N), se observa un boundstone que varía a grainstone, el



**Fotografía 27.- Afloramiento de boundstone con abundantes calcos y conchas de la Formación Carrillo Puerto, al este de la comunidad de Chancalotmul.**

primero es de color crema que intemperiza a gris oscuro y poroso, en estratos de 20 a 30 cm (**Fotografías 27 y 28**) con moldes y calcos de conchas y algunos gasterópodos, soportados en un cementante calcáreo, el segundo se observa algo poroso, de color crema, intemperiza a gris oscuro.



**Fotografía 28.-** Afloramiento de boundstone en capas de 20 a 30 cm de la Formación Carrillo Puerto, con abundantes macrofósiles y disolución cárstica, al este de la comunidad de Chancalotmul.

**Afloramiento Chan Eden.-** En la porción este de la carta, sobre la carretera Panabá-Yalsihon, 9 km al N 60° W de la comunidad de Panabá (coordenadas UTM 16Q, 359942 E y 2359652 N), aflora una brecha calcárea, de color crema que intemperiza a gris oscuro, en capas sensiblemente horizontales y en ocasiones en forma masiva, constituida por clastos de 3 a 6 cm de mudstone de color gris oscuro, la parte inferior de la capa esta representada por un packstone que varía a grainstone de color crema e intemperiza a crema con tono amarillento.

**Afloramiento Yalsihon.-** En la parte oriental de la carta, 20 km al N 60° W de la comunidad de Panabá en las inmediaciones del rancho X-bella (coordenadas UTM 16Q, 349522 E y 2366431 N), aflora un grainstone cristalino de color crema que varía a blanco, intemperiza a blanco con tono amarillento, muy compacto, en estratos de 50 a 70 cm y ocasionalmente masiva (**Fotografía 29**).

**Afloramiento Chun Tzalam.-** En la porción sureste de la carta, en las inmediaciones de la comunidad de Chun Tzalam (coordenadas UTM 16Q, 350259 E y 2350403 N), aflora una brecha calcárea, de color crema que intemperiza a gris oscuro, constituida por clastos subangulosos de 2 a 5 cm de mudstone que

varía a grainstone de color crema blanquizo que intemperiza a gris oscuro, en capas sensiblemente horizontales y en ocasiones masiva a las que se les puede observar disolución cárstica tipo lapiaz, la parte superior de la capa es un boundstone, integrado por macrofósiles de bivalvos y gasterópodos.



**Fotografía 29.-** Afloramiento de grainstone cristalino en estratos gruesos a masivos, de la Formación Carrillo Puerto, con disolución cárstica, al NW de Panabá.

**Afloramiento San José Díaz.-** En la porción sureste de la carta, 10 km al norte de la comunidad de Sucilá (coordenadas UTM 16Q, 360090 E y 2349940 N), aflora boundstone algo poroso, de color crema que varía a tono rojizo e intemperiza a gris oscuro, en capas subhorizontales, a las que se les puede observar una abundancia relativa de macrofósiles de gasterópodos y pelecípodos, con escasos clastos de mudstone de color pardo oscuro que le dan la impresión de ser una brecha.

**Afloramiento Xualtes.-** En la porción sureste de la carta, 13 km al oeste de la comunidad Sucilá (coordenadas UTM 16Q, 360527 E y 2341393 N), se observa un grainstone que varía a brecha calcárea, el grainstone se observa algo poroso, de color crema, intemperiza a gris oscuro, la brecha esta constituida por clastos subangulosos de 3 a 7 cm de mudstone de color café oscuro, en la parte superior de la capa se observan macrofósiles de bivalvos y gasterópodos.

**Afloramiento Sucilá.-** En la porción sureste de la carta, 3 km al oeste de la comunidad Sucilá (coordenadas UTM 16Q, 359910 E y 2339928 N), aflora brecha calcárea de color crema que intemperiza a gris claro, constituida principalmente por clastos subangulosos de hasta 5 cm, de mudstone color café oscuro y otros muy porosos que dan la impresión de

ser corales, se le observan también macrofósiles de bivalvos y gasterópodos.

**Afloramiento Yodzonot.-** En la porción sureste de la carta, 3 km al oeste de la comunidad de Yodzonot (coordenadas UTM 16Q, 349990 E y 2330218 N), aflora una brecha calcárea de color crema con tono blanquizco que intemperiza a gris oscuro, integrada por clastos subangulosos de packstone que varían de 2 a 6 cm, se presenta en forma masiva.

**Sección San Felipe-Panabá.-** Realizada en la porción oriental de la carta, sobre la carretera que comunica las comunidades de San Felipe (UTM 16Q, 371630 E y 2381601N) y Panabá (UTM 16 Q 367981 E y 2359590 N), en la que aflora boundstone de color crema que intemperiza a color blanco, en estratos de 30 a 40 cm, y ocasionalmente masiva, con estructura compacta y costras de caliche en la parte superior del afloramiento, en la base las capas son de 2 a 20 cm, donde se observan fósiles de pelecípodos y gasterópodos en tamaños de 0.5 cm hasta 6 cm, corales de hasta 10 cm, las conchas y sus moldes son de 2 cm, en un arreglo caótico deleznable hacia la base y mas sana hacia la superficie.

**Afloramiento Panabá.-** En la porción sureste de la carta 5 km al N 50° E de Panaba (coordenadas UTM 16 Q 372054 E y 2358644 N), aflora boundstone color crema beige al fresco, que varia de gris oscuro a rojo con tono blanquecino al intemperismo, de estructura compacta y masiva, se le observa gran cantidad de fósiles (**Fotografía 30**) de 3 hasta 20 cm de pelecípodos de 1 a 15 cm, y en forma esporádica corales, toda esta fauna soportada por calcita.



**Fotografía 30.-** Detalle de los macrofósiles que integran el boundstone de la Formación Carrillo Puerto, que aflora al NE de Panabá.

**Afloramiento Buenos Aires.-** En la parte este de la carta, 12.5 km al N 50° E de Panaba (coordenadas UTM 16 Q 377701 E y 2363506 N), aflora una intercalación de wackestone y brecha calcárea, a la base del afloramiento a nivel de piso se observa el wackestone de color crema beige al fresco y gris oscuro al intemperismo, con fósiles como sorites, pelecípodos, gasterópodos y corales de hasta 50 cm, con estructura compacta en estratos de 50 a 80 cm, en la cima del afloramiento se observa brecha calcárea de color, crema y pardo al intemperismo, formada por clastos de 1 a 30 cm de wackestone (**Fotografía 31**) cementados por calcita.



**Fotografía 31.-** Afloramiento de brecha calcárea con clastos de 1 a 30 cm, de la Formación Carrillo Puerto, al NE de Panabá.

**Sección Panabá-Espita.-** Realizada en la porción sureste de la carta, entre los poblados de Panabá (coordenadas UTM 16Q, 366693 E, 2347129 N) y Espita (coordenadas UTM 16 Q 364014 E, 2326484 N); a lo largo de esta sección afloran crestones de wackestone que varía grainstone de aspecto arenarcilloso, en color crema que al intemperismo adquiere color pardo claro con tonos rojizos y amarillos, en capas de espesor mediano a grueso y en ocasiones masiva, con fósiles de foraminíferos, gasterópodos y pelecípodos, la roca muestra porosidad ligera con erosión cárstica tipo lapiaz que forman amplias hondonadas de 1 a 2 m de profundidad. Sobre la carretera Espita-Sucilá, 2 km al sur de Sucilá (coordenadas 16 Q 363349 E, 2338845 N), aflora brecha calcárea integrada por clastos angulosos de hasta 7 cm de diámetro de packstone de color gris con tono blanquecino tanto al fresco como al intemperismo, se observan también clastos de mudstone, fósiles de pelecípodos de hasta 7 cm, y moldes de hasta 4 cm, así como microfósiles visibles a la lupa, en un cementante de

calcita. Sobre el flanco oeste de la carretera Espita-Sucilá, 4 km al norte del poblado de Espita (coordenadas UTM 16Q, 263075 E y 2327753 N), sobre la carretera que conduce de Espita a Sucilá, se tiene un afloramiento de 50 m de ancho por 100 m de largo, en donde se observa grainstone de color crema que intemperiza a gris oscuro (**Fotografía 32**), en estratos de 30 a 50 cm, con fósiles soportados en un cementante de calcita.



**Fotografía 32.- Actitud subhorizontal del grainstone con disolución cárstica de la Formación Carrillo Puerto, al norte de Espita**

**Afloramiento Chan San Antonio.-** En la porción sureste de la carta, 5 km al sur de la comunidad de Panabá (coordenadas UTM 16Q, 369544 E y 2350365 N), se observa una brecha calcárea constituida por clastos subangulosos de 2 a 5 cm de grainstone algo poroso y cristalino, de color crema que intemperiza a gris oscuro, de forma masiva, con erosión cárstica tipo lapiaz.

En la porción sureste de la carta, en una estación ubicada 6 km al oriente de la comunidad Sucilá (coordenadas UTM 16Q, 370331 E y 2338691 N), se observa una brecha calcárea de color crema que intemperiza a gris oscuro, constituida principalmente por clastos subangulosos de hasta 5 cm de mudstone que varía a wackestone, en forma masiva con macrofósiles de bivalvos y gasterópodos.

**Afloramiento Holcàh.-** En la parte sureste de la carta, 8 km al N40°E de la comunidad de Espita (coordenadas UTM 16Q, 370100 E y 2329928 N), aflora una brecha calcárea de color crema que intemperiza a gris oscuro, se observa en forma masiva y cristalina, constituida por clastos subangulosos de 1.5 a 7 cm de wackestone, con carsticidad tipo lapiaz.

**Sección Río Lagartos–Loché.** Realizada en la porción oriental de la carta, sobre la carretera que comunica Río Lagartos (UTM 16 Q, 381631 E y 2380926 N) y Loché (UTM 16 Q 38171 E y 2369774 N), en la que aflora wackestone/packstone, el wackestone es de color crema y beige al fresco y al intemperismo gris oscuro de estructura compacta, en estratos que varían de 20 a 40 cm, con huecos, cavernas y disolución tipo lapiaz, se observan fragmentos alargado de sílice ? con escasos nódulos de pedernal rojo, el packstone es de color beige crema al fresco y gris oscuro al intemperismo, sus estratos varían de 0.50 a 1.0 m se le observa macrofósiles representada por gasterópodos, pelecípodos y forma tubulares.

**Sección Loché-Tizimín.-** Realizada en la porción este-sureste de la carta, a lo largo de la carretera que comunica Loché (UTM 16 Q, 381474 E y 2363421 N) con Tizimín (UTM 16 Q 379212 E y 2342675 N), en la que aflora packstone/grainstone con intercalaciones de boundstone. El packstone/grainstone es de color crema en roca fresca y gris oscuro al intemperismo, en estratos de 40 cm a 1 m, con pelecípodos y gasterópodos, presenta disolución cárstica en forma de huecos y cavernas de 10 cm a 5 m con superficies rugosas (**Fotografía 33**).



**Fotografía 33.- Afloramiento de packstone de la Formación Carrillo Puerto con disolución cárstica en forma de huecos y cavernas, al norte de Tizimín.**

El boundstone es de color beige a crema en roca fresca y gris oscuro al intemperismo, en estratos de 70 cm y en ocasiones masivo (**Fotografía 34**) con fósiles de pelecípodos, gasterópodos, ostras y formas tabulares de 1 a 3 cm que corresponden a

huellas de gusanos. Al sur de Kikil, 5 km al N 20° W de Tizimín (coordenadas UTM 16Q 379212 E y 2342675 N), en el corte de la carretera se observa un afloramiento de 40 m de largo por 2 m de altura constituido por packstone color beige a crema en roca fresca y tono blanquecino al intemperismo, con estructura masiva, compacta, con fósiles de pelecípodos, gasterópodos y sorites (**Fotografía 35**)



**Fotografía 34.- Afloramiento de boundstone en estratos gruesos a masivos de la Formación Carrillo Puerto, que aflora al norte de Tizimín.**



**Fotografía 35.- Detalle de los macrofósiles que contiene el boundstone de la Formación Carrillo Puerto, al NW de Tizimín**

el afloramiento se encuentra enmascarado por una capa de caliche de tono gris blanquecino que engloba fragmentos sanos de packstone que dan la apariencia de brecha por efecto de la disolución. Sobre la carretera Loché-Tizimín, 2 km al sur del poblado Loché (coordenadas UTM 16Q 381474 E y 2363421 N) aflora brecha calcárea con intercalación

de boundstone. La brecha calcárea es de color crema al fresco y gris oscuro al intemperismo, constituida por clastos angulosos a subangulosos de 2 a 10 cm de mudstone, con macrofósiles de gasterópodos y pelecípodos inmersos en cementantes de calcita. El boundstone es de color crema en roca fresca y gris oscuro al intemperismo, observándose gran cantidad de gasterópodos, pelecípodos y algunas formas tabulares.

**Afloramiento Tizimín.-** En la porción sureste de la carta, en las inmediaciones de Tizimín (coordenadas UTM 16Q, 381629 E y 2339233 N), se observa una brecha calcárea de color crema que varía a blanco con tintes rojizos, intemperiza a blanco moteado, constituida principalmente por clastos subangulosos de hasta 10 cm de diámetro de mudstone de color crema que intemperiza a tono amarillento soportados por un cementante calcáreo (**Fotografía 36**).



**Fotografía 36.- Afloramiento de brecha calcárea de la Formación Carrillo Puerto, en las inmediaciones de Tizimín**

**Sección Tizimín-Calotmul.-** Realizada en la porción sureste de la carta, sobre la carretera que comunica Tizimín (UTM 16 Q379412 E y 2333222 N) y Calotmul (UTM 16 Q 377547 E y 2323946 N), en el corte de esta se observa un afloramiento de 20 m de largo por 1 de altura de wackestone color crema y blanco en roca fresca, con tono gris blanquecino al intemperismo, de estructura compacta en estratos de 15 a 20 cm, con pelecípodos, gasterópodos y sorites en forma de moldes e impresiones, presenta una intensa disolución tipo cavernas y una incipiente alteración, que forma una capa de caliche. En el flanco oeste de la carretera Tizimín-Calotmul, 15 km al sur de Tizimín (Coordenadas UTM 16 Q 378642 E y 2328692 N), en

un corte de la carretera de 10 m. de largo por 1 m de alto aflora brecha calcárea color crema que intemperiza a gris oscuro y tono blanquecino, en estratos de 50 cm. a 1.50 m, constituida por clastos angulosos a subangulosos de 1 a 25 cm de wackestone cementados por calcita. En el flanco este de la misma carretera, 7 km al sur de la comunidad de Tizimín (coordenadas UTM 16Q, 379372 E y 2330267 N), aflora un grainstone, de color crema que intemperiza a gris oscuro, se le observa clastos o nódulos de mudstone de color pardo oscuro que le da la impresión de ser una brecha, con una incipiente alteración a caliche, con disolución cárstica tipo lapiaz.

**Afloramiento Tahcabo.-** En la región sureste de la carta, 3 km al N 40° E de la comunidad de Tahcabo (coordenadas UTM 16Q, 390323 E y 2329357 N), aflora un grainstone poroso de color crema que intemperiza a pardo amarillento, en forma masiva con intemperismo tipo lapiaz.

**Sección Tizimín-Chen Keken.-** Realizada en la porción sureste de la carta, sobre el camino que une a las comunidades de Tizimín (UTM 16 Q 384221 E y 2343877 N) y Chen Keken (UTM 16 Q 390642 E y 2356156 N), aflora wackestone color beige crema que intemperiza a gris oscuro, en estratos de 40 cm, con fósiles de gasterópodos, pelecípodos y sorites, superficialmente se le observan cavernas y huecos de disolución. Sobre el camino de terracería que comunica Tizimín con Chen Keken, 12 km al N 55° E de Tizimín (coordenadas UTM 16 Q 388471 E y 2346700 N), aflora brecha calcárea de color crema que varía a pardo al fresco y gris oscuro con tono blanquizco al intemperismo, en estratos de 30 cm formada por clastos angulosos a subangulosos entre 5 mm a 5 cm de mudstone y wackestone, con fósiles de gasterópodos y pelecípodos, cementados por calcita. Al sur de Dzibichen 18 km al N 50° E de Tizimín (coordenadas UTM 16 Q 392263 E y 2352195 N), aflora packstone que varía a grainstone, de color crema y tono verdoso al fresco que intemperiza a tono gris blanquecino, en capas de 30 cm, estructura compacta, se le observan fósiles en forma esporádica, con disolución intensa.

**Afloramiento Sucopo.-** En la parte sureste de la carta 5 km. al oeste de Tizimín en el tramo carretero Tizimín–Sucopo (Coordenadas UTM 16 Q 38 6007 E Y 233 9061 N), aflora grainstone de color crema y tono verdoso, e intemperiza a gris oscuro, en estratos de 30 cm y estructura compacta, se le observan cristales de calcita, fósiles y fracturas de 5 cm rellenas por calcita blanca cristalina.

La topografía casi plana de la Península de Yucatán aunada a comportamiento sensiblemente horizontal de la Formación Carrillo Puerto, no permite estimar el espesor de esta unidad, sin embargo en el Pozo Yucatán No. 1 (PEMEX) se observaron de 5 a 25 m de caliza pulverizada, teniendo su base hasta los 308 m de profundidad (López R. E., 1973). Butterlín J. et al., (1963) describe que esta unidad tiene “varios centenares de metros”.

A lo largo de la franja costera, se encuentra cubierta por extensos depósitos lacustres y palustres que se extienden paralelamente a la línea de costa, su contacto inferior no se ha establecido con precisión sin embargo se ha propuesto que descansa discordantemente en el Oligoceno que no aflora en la carta y cuando este esta ausente descansa discordantemente sobre la Formación Chichén Itzá sin que se haya observado esta relación en el presente trabajo.

A esta unidad se le asigna una edad Mioceno Plioceno en base al siguiente contenido faunístico *Archais angulatus*, *Archais compressus*, *Sorites Sp.*, *Gypsina pilaris*, *Brady-Hexacoralaris* (Butterlin J., et al, 1959)

En el Pozo Chicxulub No.1 a 308 m de profundidad, localizado a 5 km al norte de la ciudad de Mérida López R. E. (1973), describe la microfauna siguiente: *Robulus vaughani* (Cushman), *Marginulina subaculeata* Cushman. Var. *glabatra* (Cushman), *Saracenaria acutauricularis* (Fitchell y Moll), *Plectofrondicularia mansfieldi* (Cushman y Ponton), *Nodogenarina advena* (Cushman y Laiming), *Bolivina marginata* Cushman var. *multicostata* (Cushman), *Globigerinoides sacculifera* (Brandy).

Por otro lado Amos S., (1991) describe *Peneroplis proteus d'Orbigny*, *Archais angulatus*, *Gypsina pilans d'Orbigny*, *Sorites sp.* y *Amphistegina sp.*

Se considera como cambio de facies con la Formación Bacalar que aflora en el estado de Quintana Roo.

El ambiente de depósito de esta unidad corresponde a una plataforma somera de poca profundidad donde se desarrolló abundante fósiles en zonas de poca energía.

Las rocas de esta unidad presentan características para la producción de materiales pétreos y artesanales por el alto contenido fosilífero podrían proporcionar vistosos cortes de parquet o losetas para fachadas para la industria de la construcción.

### III.2.2.-Depósitos cuaternarios

Están representados por depósitos continentales producto de procesos sedimentarios asociados a zonas lagunares, palustres y litorales.

#### **Arenisca y coquina (Qpt Ar-Cq).**

Esta unidad se distribuye en la porción noreste de la carta, cubriendo una superficie aproximada de 150 km, está conformada por arenisca y coquina.

En la porción nororiental de la carta 3 km al sur de Río Lagartos (coordenadas UTM 16 Q 380408 E y 2385548 N) aflora una roca color crema pardo al fresco y al intemperismo gris blanquecino, textura de apariencia clásica fina, en estratos de 10 a 20 cm de apariencia bandeada, constituida por cristales finos de calcita que dan la apariencia de una arenisca mal consolidada, se le intercalan horizontes de conchas de apariencia joven y bandas color pardo de travertino?.

Su contacto superior se encuentra cubierto parcialmente por depósitos recientes, su contacto inferior no se observo sin embargo se ha propuesto que descansa concordantemente sobre la Formación Carrillo Puerto.

Se le asigna una edad del Pleistoceno, en base a su posición estratigráfica.

Se deposita en un ambiente lagunal de plataforma somera, (zona transicional entre el mar y el continente).

Las rocas de esta unidad presentan las características para la producción de materiales pétreos y artesanales.

#### **Litoral (Qho li)**

Se distribuyen en la porción suroriental, centro y oriental de la carta, formando una franja angosta plana o ligeramente ondulada, paralela a la línea de costa, constituidos principalmente fragmentos bien redondeados de 2 a 20 mm de corales, espículas de equinodermos, ostrácodos y esponjas, con diámetros.

En la porción suroccidental de la carta 12 km al S 60° W de el poblado de Chuburná Puerto (coordenadas UTM 16Q, 193990 E y 2346984 N), se localiza el limite entre el depósito de litoral y la zona palustre, el litoral está integrado por arenas de color blanco conformada por clastos bien redondeados de 2 a 20 mm de

corales, espículas de equinodermos, ostrácodos y esponjas de color crema.

En la parte suroccidental de la carta en las inmediaciones del Puerto de Chuburná (coordenadas UTM 16Q, 204937 E y 2352244 N), se observa en una extensión de 200 metros, y sensiblemente paralela a lo largo de la línea de costa, arena de color blanca a beige, integrada principalmente por fragmentos subangulosos a redondeados de corales, espículas de equinodermos, ostrácodos, esponjas y cristales de calcita de 0.5 mm.

En la porción suroccidental de la carta, 500 m al sur del puerto de Chuburná (coordenadas UTM 16Q, 206423 E y 2351993 N), se localiza el limite entre el litoral y una zona pantanosa, el litoral esta constituido por arenas finas de color blanco, integrada principalmente por fragmentos subangulosos a redondeados de coral, espículas de equinodermos, ostrácodos, esponjas y cristales de calcita de 0.2 a 0.5 mm de diámetro.

En la porción central de la carta en las inmediaciones del poblado de Telchac Puerto (coordenadas UTM 16Q, 265225 E y 2361704 N), se observa en una extensión de 50 m de ancho y se presenta sensiblemente paralelo a lo largo de la línea de costa arena de color beige a blanquecino, constituida por fragmentos subredondeados a subangulosos de calcita, así como pedacería de conchas y microfósiles de aproximadamente de 1 a 2 mm, (**Fotografía 37**).



**Fotografía 37.- Franja litoral que bordea sensiblemente paralela la línea de costa en las inmediaciones de Telchac Puerto.**

En la porción centro de la carta, en las inmediaciones del poblado Chabihau (coordenadas UTM 16Q, 280453 E y 2362755 N), se localiza el limite entre el