

## V. EL CRÁTER DE CHICXULUB Y EL POZO EXPLORATORIO YAXCOPOIL-1

### V.1 LOCALIZACIÓN

El cráter Chicxulub se encuentra localizado en la porción noroeste de la península de Yucatán, sepultado por una secuencia de rocas carbonatadas y evaporíticas del Mesozoico-Cenozoico (límite K-T), entre 300 y 1100 de profundidad. La estructura tiene un diámetro aproximado de 180 a 200 y se define morfológicamente como una cuenca multianillada con un levantamiento central. El centro aproximado de esta estructura se encuentra cercano al puerto de Chicxulub, a unos kilómetros al oriente de Puerto Progreso y por ello se le ha denominado como cráter Chicxulub (Hildebrand et al., 1991; Sharpton et al., 1992, 1993). (Figura V)

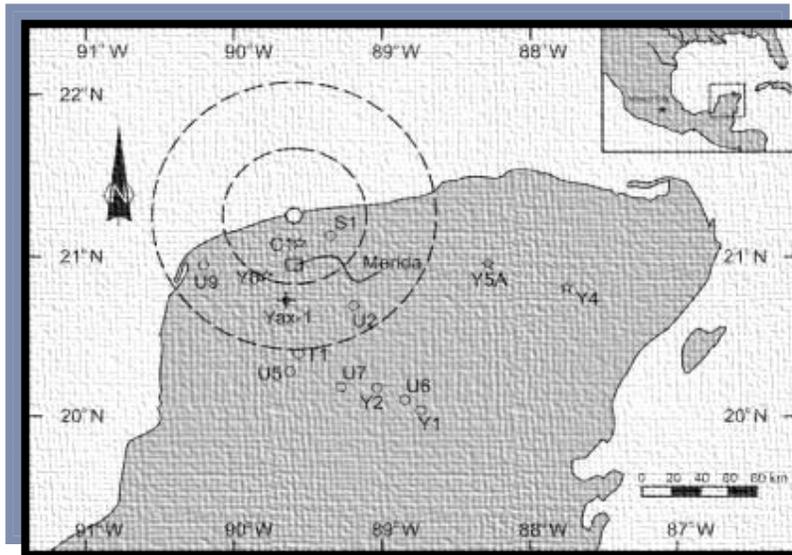


Figura V.1 Localidades de los principales pozos perforados en la península de Yucatán: C1, Chicxulub-1; S1, Sacapuc-1; Ticul-1; Y1, Yucatán-1; Y2, Yucatán-2, Yucatán-4; Y4, Y5A, Yucatán-5A y Y6, Yucatán-6, UNAM-7 U7, UNAM-6 U6, UNAM-5 U5 y UNAM-9 U9, que se encuentran al sur de la estructura 3.5 km al noreste del pueblo de Santa Elena, entre los anillos 3 y 4 del modelo gravimétrico de Sharpton et al., 1993. Las unidades en superficie son Q, Cuaternario (<2 Ma); Tu, Terciario Superior (2 a 35 Ma); Te, Eoceno (35 a 65 Ma) y Tpal, Paleoceno (55 a 65 Ma), (Urrutia et al., 1996a).

Esta estructura fue reconocida a partir de la década de los cincuenta con datos geofísicos, realizados por Petróleos Mexicanos (PEMEX). El programa de perforación incluyó ocho pozos exploratorios, en el cual se obtuvieron ocurrencias inusuales de rocas cristalinas y brechas del Cretácico Superior, pensándose que indicaban un gran campo volcánico (López Ramos, 1979). (Figura V.2). Para 1980, un grupo de investigadores encabezados por Álvarez et al (1980), indicaron que la extinción masiva del límite Cretácico-Terciario (K-T), fue debida a los efectos de la colisión de un bólido de grandes dimensiones (~10 km de diámetro) con la Tierra, lo cual generó una nube de polvo que cubrió el planeta por un período de varios meses, produjo efectos globales en el clima, dándose la interrupción de los rayos solares e interrumpir los procesos de fotosíntesis, lo que dio como resultado efectos mayores de la biosfera. A partir de la publicación de Álvarez y colaboradores comenzó la búsqueda del cráter (Urrutia et al., 1997).

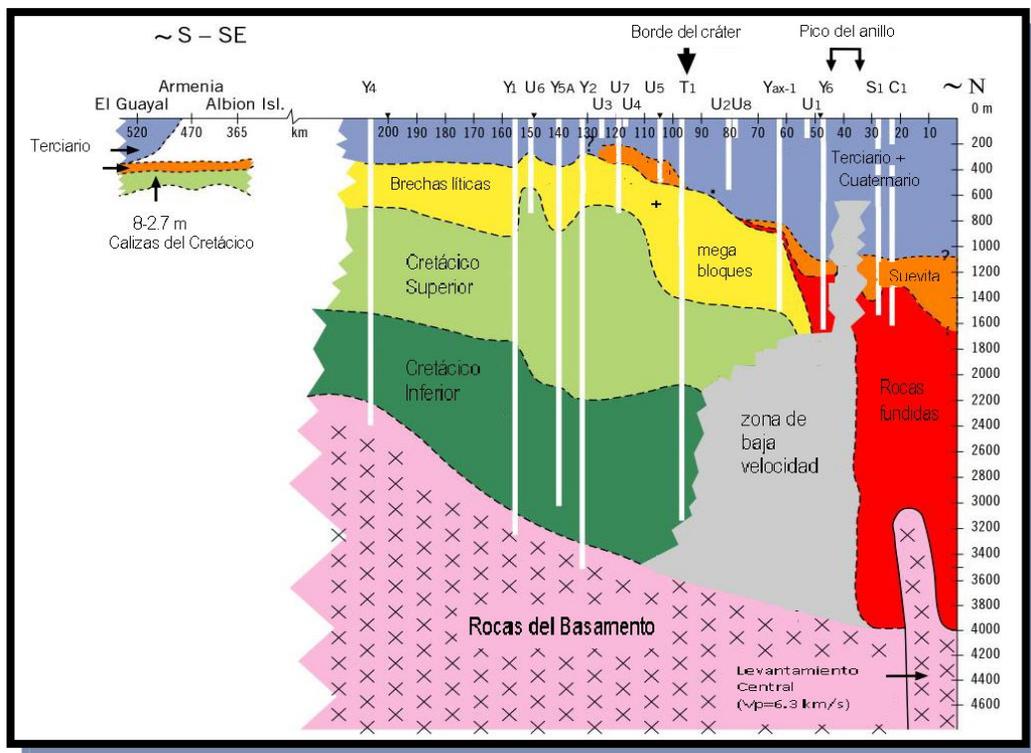


Figura V.1.1 Sección litológica de la estructura de impacto del cráter de Chicxulub Urrutia Fucugauchi 1996.

## V.2 MORFOLOGÍA DEL CRÁTER

El cráter de impacto de Chicxulub se considera como una cuenca multianillada, que se encuentra completamente sepultada por una secuencia de carbonatos y evaporitas de edad cretácica, de aproximadamente cuatro kilómetros (con base en anomalías de Bouguer). Los estudios gravimétricos y magnéticos, han mostrado anomalías en forma de anillos concéntricos a la cuenca de impacto, dichos anillos son reflejados en superficie por un modelo de fracturamiento el cual ha influido en el flujo de agua subterránea, lo cual produce así un anillo de cenotes (Pope et al., 1991; Connors et al., 1996). (Figura V.2)

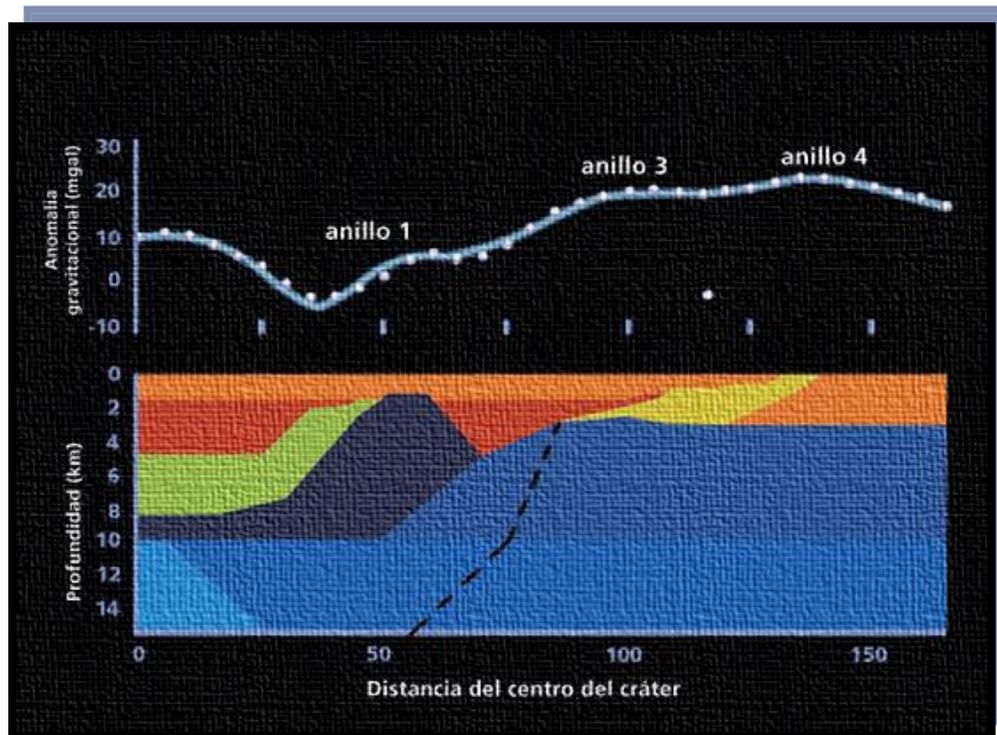


Fig. V.2 Modelo conceptual en dos dimensiones de la señal gravimétrica de un corte transversal, orientado este-oeste del cráter de Chicxulub. En azul se representan las rocas sedimentarias “preimpacto” del Mesozoico; en rojo, amarillo, verde y azul oscuro, se muestran las rocas producto del impacto. En naranja, se representan las rocas calizas **postimpacto** que cubren el cráter. Los puntos representan los datos obtenidos en campo; la línea continua, el comportamiento teórico del campo gravitacional, obtenido con el modelo conceptual. (Sharpton et al., 1993).

Los datos y el modelo corresponden a un perfil orientado aproximadamente este-oeste y desplazado unos 10 km al sur del centro del cráter (Pilkington & colaboradores, 1994). Las principales unidades que conforman el cráter en el modelo reportado por Sharpton & colaboradores (1993), corresponden a: (1) rojo unidad fundida de impacto y brecha de impacto, (2) verde unidad de brecha interna alógena, 3) azul oscuro basamento cristalino levantado y fracturado por el impacto, (4) rojo brecha externa alógena, (5) sedimentos cretácicos de plataforma, (6) basamento cristalino, (7) basamento de profundidad intermedia (corteza intermedia), (8) levantamiento central de basamento profundo y (9) secuencia carbonatada del Cenozoico. La unidad fundida presenta una composición y textura similares a una roca volcánica andesítica. En la unidad fundida se ha documentado la presencia de iridio y de otros elementos compatibles con un origen asociado al impacto (Sharpton et al., 1992; Koeberl et al., 1994).

La zona de anomalías de alta frecuencia y magnitud está limitada a la zona interna al primer anillo en la distribución de anomalías gravimétricas. Esta zona corresponde al levantamiento central del cráter y a la localización de las unidades de material fundido de composición ígnea intermedia (andesítica) y a las brechas de impacto (suevitas). En esta zona interna, se tiene una anomalía central de alta amplitud y relativamente baja frecuencia, que se extiende hasta unos 20 km de distancia radial. La anomalía está caracterizada por un mínimo y un máximo aproximadamente orientados este-oeste estimándose una dirección promedio de magnetización remanente para la unidad fuente con declinación de 90 grados e inclinación entre 0 y 30 grados. Esta posible fuente para la anomalía central parece corresponder con el levantamiento central del basamento del cráter.

### V.3. POZO YAXCOPOIL-1

El cráter Chicxulub está cubierto por sedimentos carbonatados en la plataforma de Yucatán y no se tienen afloramientos de rocas formadas en el impacto tales como las secuencias de brechas y las rocas fundidas, por lo que el programa de perforación con recuperación continua de núcleos era la única manera de recuperar material para estudios en el laboratorio. El pozo exploratorio Yaxcopoil - 1 (Yax - 1) se localizó en el sector sur del cráter, dentro del anillo externo en la zona de terrazas (Urrutia Fucugauchi et al., 2004). Para localizar este sitio, se realizaron estudios de geofísica que permitieron documentar la estructura del cráter y cubierta sedimentaria en esta zona. Además de estos estudios geofísicos, se contó con información de los programas anteriores de perforación conducidos por Petróleos Mexicanos (PEMEX) y por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El programa de perforación UNAM incluyó un programa de recuperación continua de núcleos, con ocho pozos iniciales, en tres de los cuales -UNAM 5, 6 y 7- se recuperaron rocas del impacto (Urrutia Fucugauchi et al., 1996 a, b). (Figura V.3)

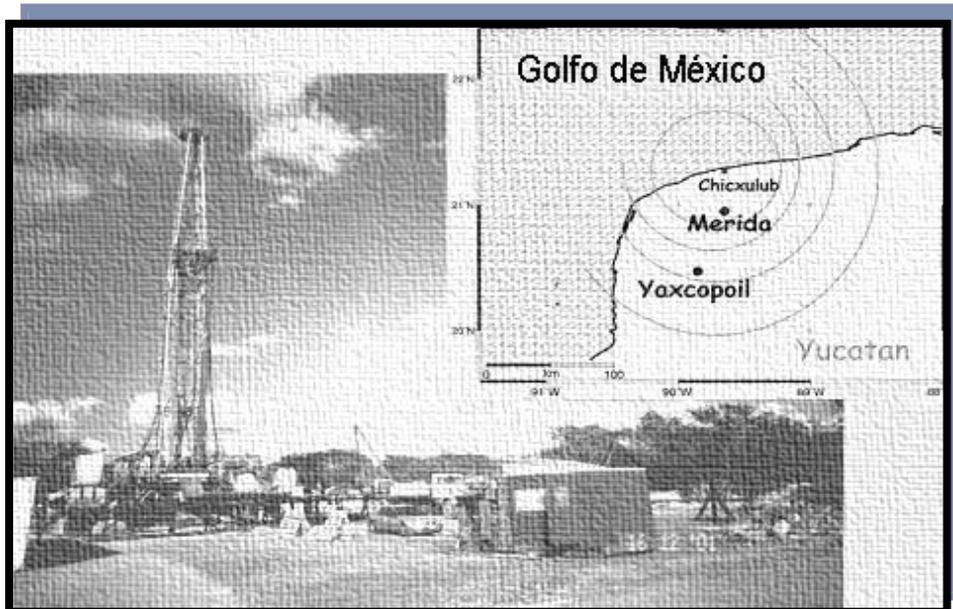


Figura V.3 La ubicación del Yaxcopoil - 1 (Yax - 1). El círculo mostrado al exterior representa el borde de cráter aproximadamente (Morgan et al., 2002).

### V.3.1 PERFORACIÓN

El Yax-1 fue planeado con el propósito de recolectar datos estratigráficos dentro del cráter y perforando en el sector sur con recuperación continua de núcleos entre los 400 y 1500 m. Rocas del Cretácico fueron corridas entre los 900 y 1500 m, la secuencia de impacto fue entre los 800 y 900 m, las rocas del Terciario (Paleógeno) están por encima de los 794 m (Dressler et al. 2003; Urrutia Fucugauchi et al., 2004; Arz et al. 2004). La secuencia de rocas carbonatadas terciarias (margas calcáreas y calizas) se encuentran desde los 404 m hasta los 795 m, Las impactitas están formadas por una unidad compuesta por una serie de brechas polimícticas ricas en material fundido que aparece en los 795 m y 895 m. Se tiene por último, el Cretácico, compuesto casi en su totalidad por calizas, dolomías y anhidritas recuperadas entre los 985 y 1511 m. (Figura V.3.1).

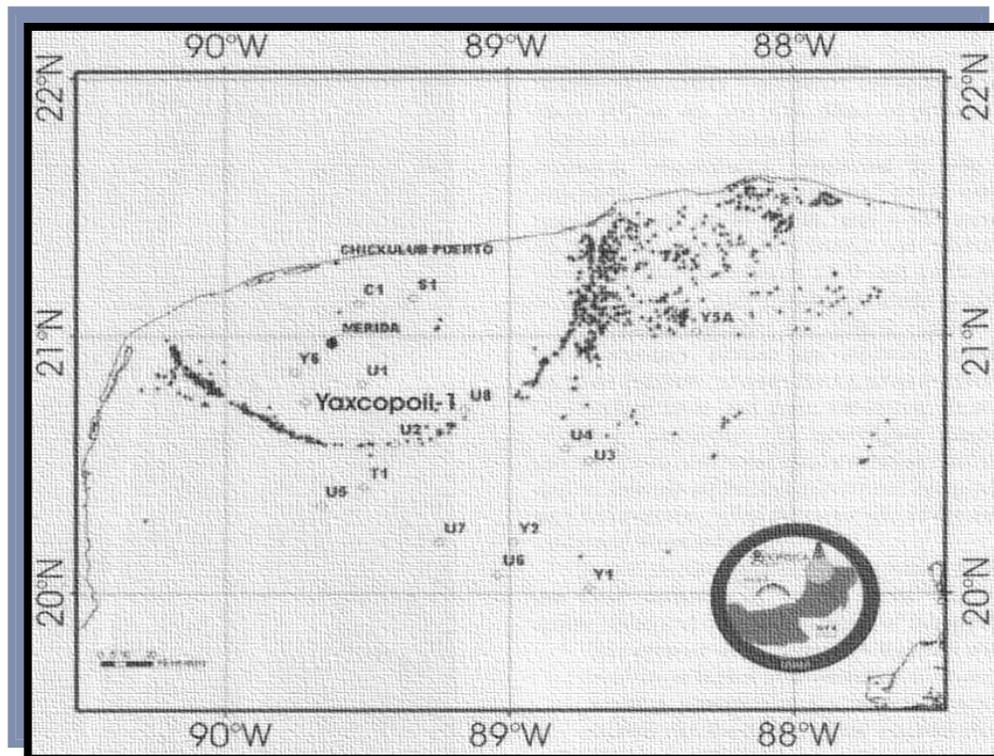


Figura V.3.1 Localización del pozo perforado Yaxcopoil-1(Dressler et al. 2003; Urrutia Fucugauchi et al., 2004; Arz et al. 2004).

### V.3.2 RECUPERACIÓN DE DATOS GEOLÓGICOS

La recuperación de núcleo fue de 98,5%. El pozo fue perforado por un sistema rotatorio desde la superficie hasta los 404 metros, obteniendo una recuperación continua de núcleo a partir de esta profundidad hasta llegar a una total de 1511 metros. El trabajo consistió en dos partes, la primera en la descripción macroscópica de los núcleos de la secuencia calcárea depositada sobre el material de impacto en el pozo Yaxcopoil-1, con el objetivo de dar a conocer las posibles unidades y sub-unidades. En una segunda parte, se llevó a cabo la descripción petrográfica de dichas facies para determinar un estudio geológico de los sedimentos post-impacto del cráter. El pozo Yaxcopoil-1 comprende una unidad impactoclásticas (suevitas y brechas de impacto) de 100 m de potencia, situada entre calizas, dolomías y anhidritas pre-impacto y margas calcáreas relacionadas con la depositación del cráter. Sobre la unidad impactoclástica existen 46 cm de arenisca calcáreas dolomitizadas representando probablemente los materiales de relleno tras la catastrófica invasión marina del cráter recién formado. Las rocas carbonatadas terciarias (margas calcáreas y calizas) se han encontrado desde la cota 404 m a la 794.4m. Las impactitas están formadas por una unidad inferior de fundido de impacto (suevita) y otra compuesta por una serie de brechas polimícticas enriquecidas en material fundido, que aparecen entre las cotas 794.4 m y 894.9 m. Por último, el Cretácico está compuesto casi en su totalidad por calizas, dolomías y anhidritas recuperadas entre las cotas 985 y 1511 m. (Figura V.3.2)

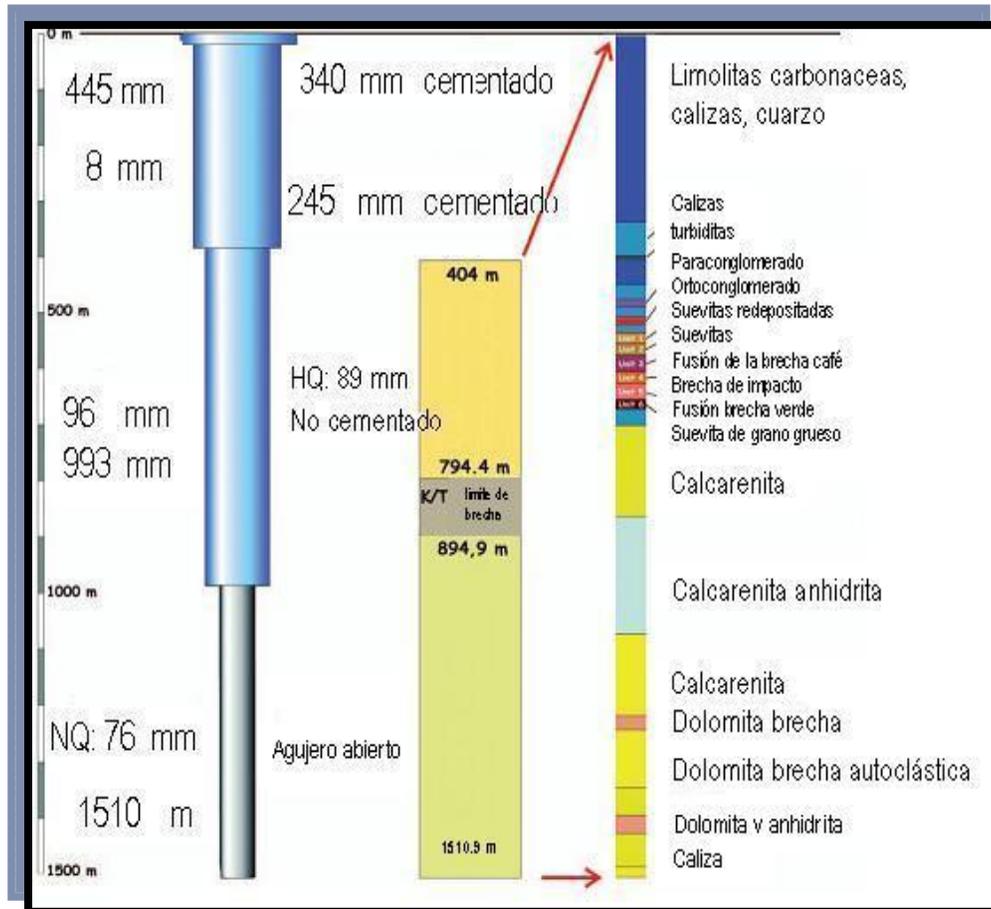


Figura V.3.2 Identificación de la secuencia en el pozo Yaxcopoil

El estudio científico de Yax-1 muestra los núcleos y los estudios complementarios que están permitiendo a los investigadores: 1) evaluar las relaciones entre ésta estructura y las extinciones masivas del final del periodo Cretácico. 2) estudiar en gran escala los procesos de formación de cráteres multianillados. 3) investigar los efectos antes, durante y después del impacto. 4) proporcionar datos, observaciones y modelos sobre deformación y fracturamiento de la corteza debido a impactos meteóricos.

#### V.4. SECUENCIA CARBONATADA DE YUCATÁN

El relieve de la península de Yucatán incluye el conjunto de las formas de origen cárstico; de acuerdo con diversos autores (*cf.* Raisz, 1959), se trata de una provincia fisiográfica, que carece de red fluvial ya que el escurrimiento es casi totalmente subterráneo y da origen a los cenotes y sistemas de cuevas con cientos de metros de profundidad y decenas de kilómetros de longitud.

Las secuencias de rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas presentan un grosor de más de 3,500 m, descansan sobre un basamento paleozoico. Teniendo por encima una columna de rocas Jurásicas (López Ramos, 1975). El Cretácico forma parte de toda la plataforma, en especial con la formación llamada Evaporitas de Yucatán (López Ramos, *op. cit.*). El espesor de las Evaporitas de Yucatán demuestra que éstas tuvieron su origen en dos cuencas principales. La primera en el sur de la península y con extensión hacia Guatemala, donde el grosor de más de 2000 m refleja un prolongado hundimiento (subsistencia), que reduce gradualmente hacia el norte, siendo el espesor de unos 1000 m hacia el centro de la península y menor a 500 m en el oriente de la misma.

La secuencia de rocas pelágicas se encuentra en todo el subsuelo y consiste principalmente en calizas, areniscas y evaporitas (López Ramos, *op. cit.*) del Paleoceno y Eoceno. El Oligoceno está ausente, excepto en la parte nororiental (calizas y lutitas), donde se reconocen a los depósitos marinos del Neógeno y las calizas de la Formación Carrillo Puerto. Durante el Mioceno fueron depositados los sedimentos calcáreos de la Formación Río Dulce, en el oriente

Para las zonas de relieve más alto, las capas características y la planicie nororiental están a menor profundidad (500m). En zonas interiores continentales, estos valores aumentan a 1000-1500 m. lo que probablemente se deba a irregularidades de la configuración de los bloques del basamento, de acuerdo con López Ramos (1975). (Figura V.4)

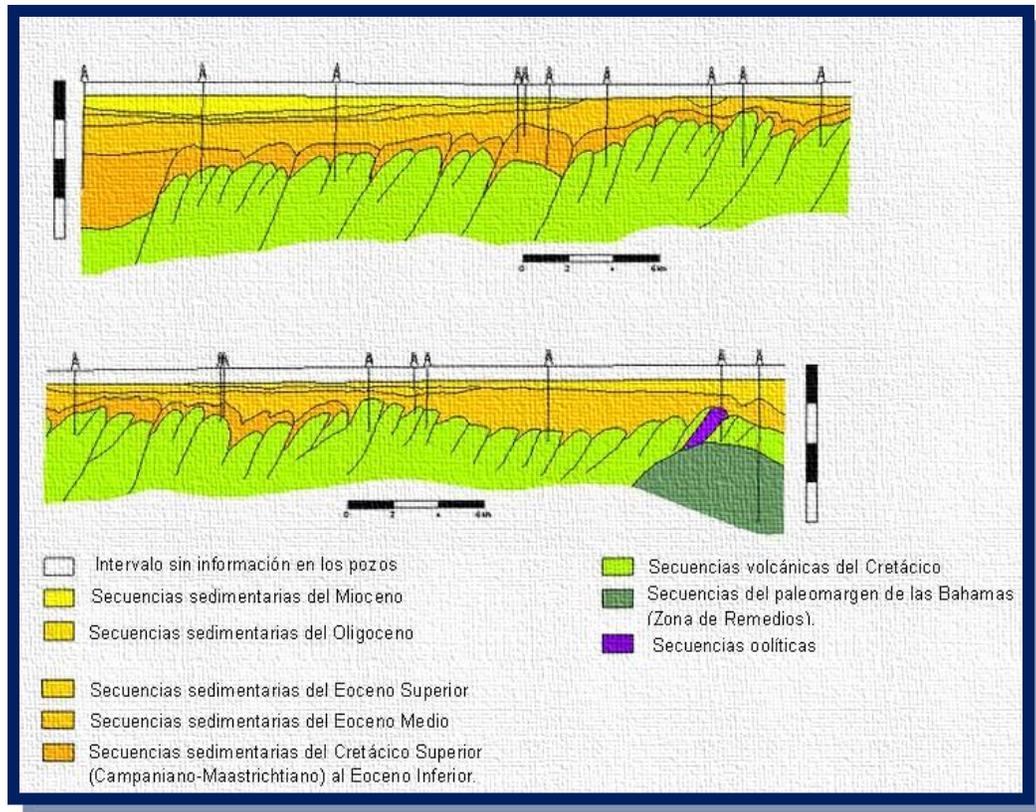


Figura V.4 Secuencia carbonatada (López Ramos 1975).

La península de Yucatán muestra dos unidades morfológicas principales: la primera está ubicada en el norte y en ella predominan las planicies y las rocas sedimentarias Neogénicas; al sur, las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m s.n.m en rocas sedimentarias Oligocénicas