

EXPERIENCIAS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA EN LA RIBERA MAYA

M. C. Humberto Cuevas Ochoa, Ing. Marcos Cuevas Ochoa, M. I. Nayelli Rosales Villegas

Grupo LAC Mecánica de Suelos y Geotecnia S. A. de C. V.

Desde 1992, la empresa Grupo LAC Mecánica de Suelos y Geotecnia S. A. de C. V., se estableció en la Ribera Maya, realizando estudios de mecánica de suelos y rocas para diferentes empresas, que al igual que Grupo LAC, iniciaban operaciones y trabajos en la zona, por lo que, como en muchos principios, estuvieron llenos de nuevas enseñanzas y retos.

En los primeros años, nos enfrentamos a la problemática derivada de la presencia de cavidades, oquedades y cavernas, además de incorporar a nuestro lenguaje técnico, palabras como sascab, dolinas, karsticidad, roca blanda, con lo que fuimos comprendiendo y aprendiendo poco a poco, los fenómenos geológico – geotécnicos que tenía lugar en la zona y que daban características únicas a las soluciones dadas en cada uno de los casos de estudio.



Figura 1. Exploración geotécnica en la Ribera Maya

La capacidad técnica que fuimos adquiriendo con la experiencia, nos ha permitido trabajar de manera constante con diferentes complejos hoteleros y residenciales, entre los que se encuentran: hoteles Riu, Barceló, Mayakobá, Princess, Grand Velas, City Express, Banyan Tree, Rosewood, Vidanta, grupo Xcaret, y en las zonas residenciales de Playacar, Mayakobá, entre otros.

En todos y cada uno de los casos, se analizaron las posibles soluciones, pero sobre todo las consecuencias de no tomar en cuenta las condiciones locales de cada uno de los proyectos, es por eso que, en los estudios realizados, se siguió un procedimiento detallado, en los procedimientos de exploración, que permitieron realizar una estratigrafía del sitio, y así dar una solución integral al proyecto, fue por eso, que además de la exploración clásica con sondeos con recuperación de muestras (sondeos con procedimiento de penetración estándar, SPT, con barril NX), se realizaron en puntos estratégicos sondeos de avance controlado, para rectificar la continuidad de los estratos y cambios importantes de material, así como retículas de líneas geofísicas para detectar

cavidades en puntos en donde la exploración directa indicará zonas susceptibles a procesos kársticos o donde se puedan formar cavernas a futuro,



Figura 2. Muestras de roca caliza a diferentes profundidades en un mismo sondeo

Posiblemente, éstas medidas para muchos fueron exageradas, sin embargo, en diferentes ocasiones el correcto planteamiento de la campaña de exploración, facilitó la solución de cimentación y permitió que se detectaran a tiempo cavidades y zonas de disolución, que pusieran en riesgo a las estructuras.

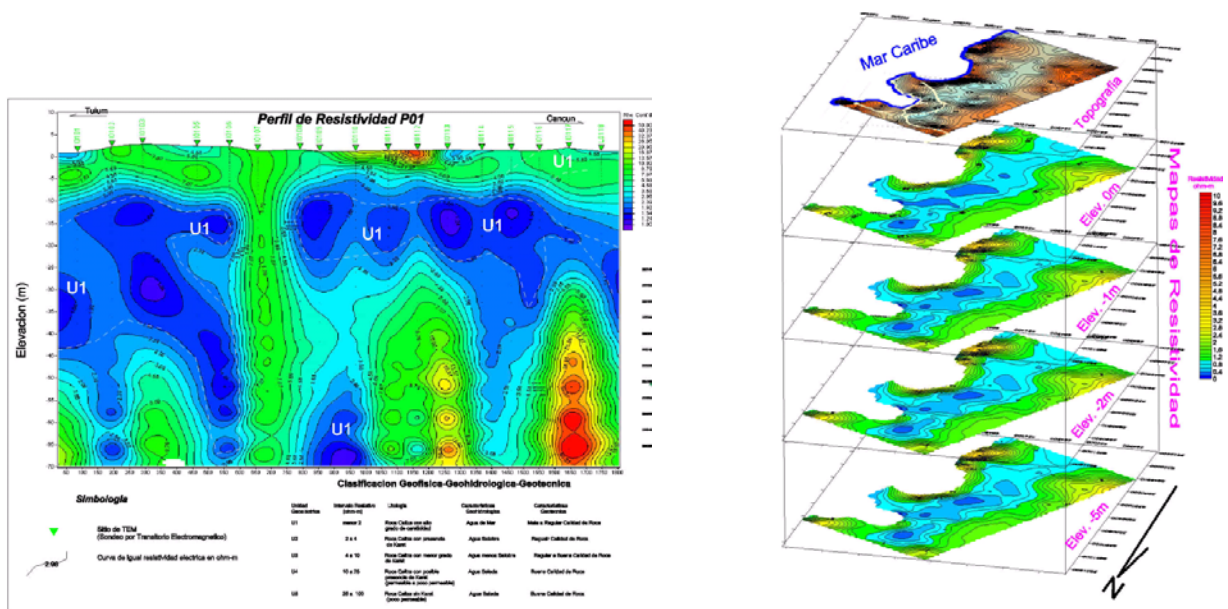


Figura 3- Mapas de la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo a diferentes profundidades

Con la experiencia obtenida, se pudieron solucionar de manera segura, óptima y económica diferentes problemas, por ejemplo:

- En el Hotel Riu, en donde se identificaron pequeñas cavidades a una profundidad de -5.00 m, en tal caso, lo más fácil sería colocar unas pilas por debajo de la zona de cavidades, ya que unas zapatas generarían un bulbo de esfuerzo dentro del área de influencia de la caverna, por lo tanto, se aprovecharon las propiedades del sascab (arena limosa beige, producto de la disolución de la caliza) y se generaron plataformas de material compactado al 95% de su peso volumétrico y la edificación se desplantó sobre unas losas de concreto armado, con alerones.

Los alerones son un sobre ancho de la losa, que permitió que el esfuerzo se distribuyera superficialmente y que el peso quedara por encima del techo de la caverna, además, la plataforma de sascab “recupero” suelo y generó un desplante homogéneo, esta solución, permitió que ambos existan y que la estructura sea segura.

Esta solución se replicó con éxito en otros proyectos.

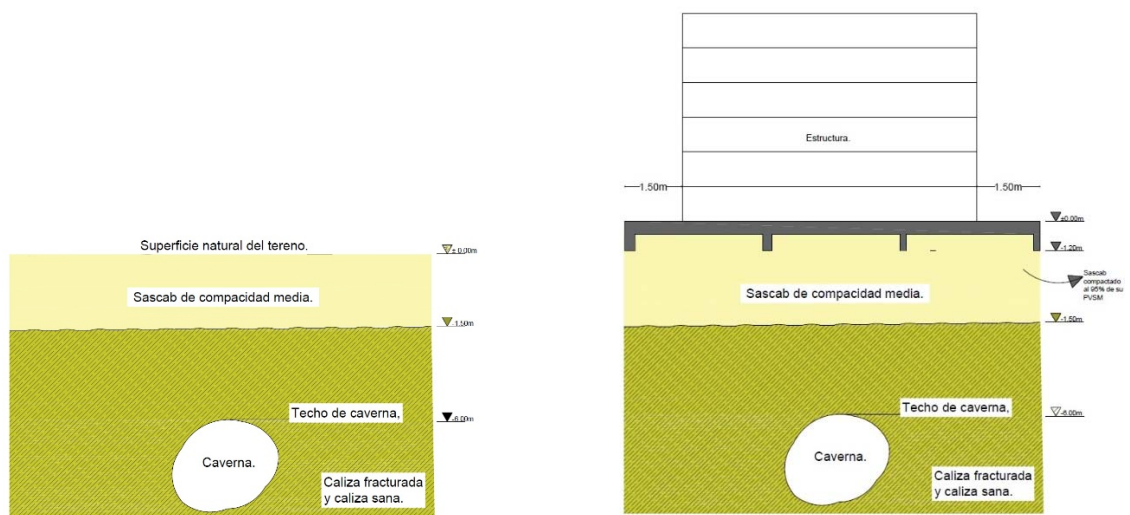


Figura 4. Solución con alerones

- Para diferentes cuerpos de edificios de diversos hoteles, como el Riu Tequila, Capella, Westin Laguna Mar, conjunto Playacar, entre otros, se usaron cimentaciones superficiales (zapatas corridas y aisladas) sobre plataformas de sascab compactado, sobre los estratos de caliza fracturada, en éstas soluciones, se sacó ventaja de que el sascab logra un alto grado de compactación (mayor al 95% de su PVSM de acuerdo con la prueba Proctor Estándar), que por lo tanto, mejoran las propiedades mecánicas del suelo desplante.

Por otra parte, al generar una plataforma homogénea y de compactación muy compacta, en la superficie, se evita que los esfuerzos principales los absorba esta capa de material mejorado, reduciendo los efectos de las cargas en los estratos de roca caliza fracturada.



Figura 5. Solución con desplante de cimentaciones superficiales sobre plataformas compactadas de sascab

- En proyectos condominios Porto Fino, hotel Riu Palace y Riu Caribe, se utilizó como cimentación para evitar las zonas de cavidades o cavernas muy grandes, unas pilas de concreto armado coladas en sitio, desplantadas en el lecho bajo de las cavidades, verificando siempre, con sondeos de avance controlado, que el espesor de suelo o roca en la punta no sea menor a 6.00 m, esto para evitar que la punta perfora el material en el desplante y ponga en riesgo la estabilidad de la estructura.

En estos casos es de vital importancia verificar por medio de sondeos de avance controlado el espesor del suelo y/o roca en el desplante, además de hacer uso de ademe en las zonas de cavernas.

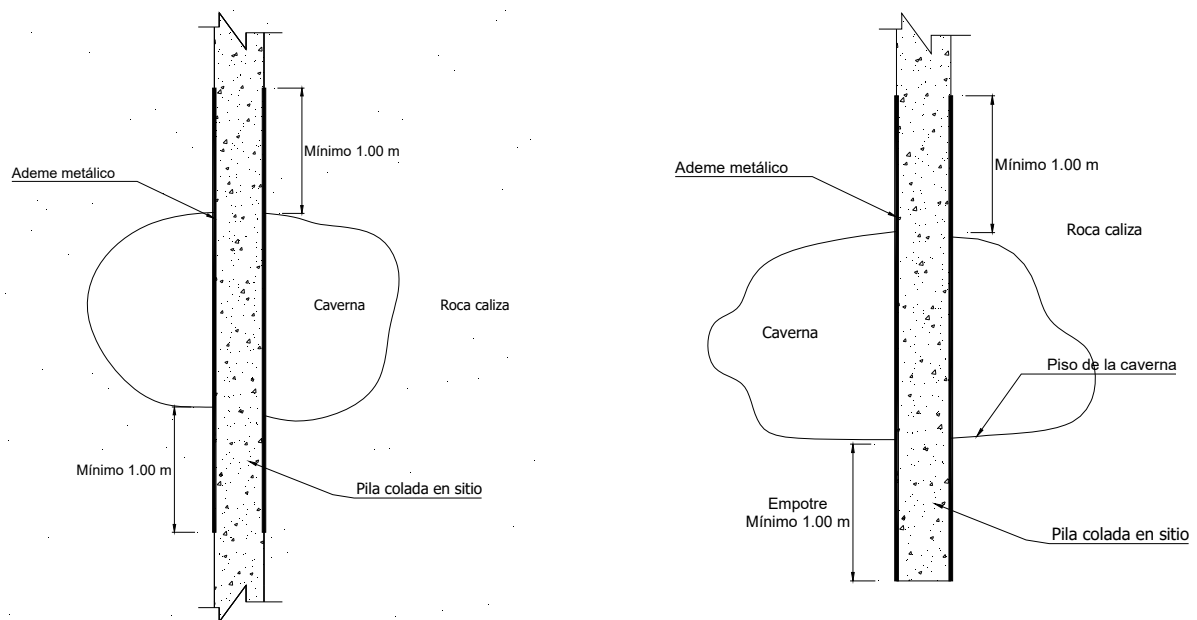


Figura 6. Solución de cimentación con pilas de concreto armado

Una consecuencia de no interpretar adecuadamente la estratigrafía de la zona y de no generar un modelo geológico – geotécnico completo, es no modelar adecuadamente el comportamiento de la cimentación, poniendo en riesgo a las estructuras de proyecto.

Es importante definir siempre y en todos los casos, la influencia de la cimentación sobre todos los estratos, por ejemplo, en algunos proyectos se han solucionado con cimentaciones superficiales sin considerar el bulbo de esfuerzos generado y la influencia de la carga sobre los estratos profundos de suelo, o sobre los techos de las cavernas u oquedades, lo que ha generado problemas de asentamiento diferencial en todo tipo de estructuras.

De igual manera, cuando la exploración es insuficiente, es común confundir sascab suelto con un estrato de suelo, cuando en ocasiones se trata de una zona de disolución, asociada a una cavidad y una futura cavidad, este escenario, no se ve si sólo se hace un sondeo o se hacen pocos sondeos en grandes áreas, es por eso que se debe buscar cubrir con la exploración la mayor cantidad de área y verificar, con la información local, con la experiencia en predios cercanos y con las observaciones en campo, las posibles zonas de riesgo en el predio.

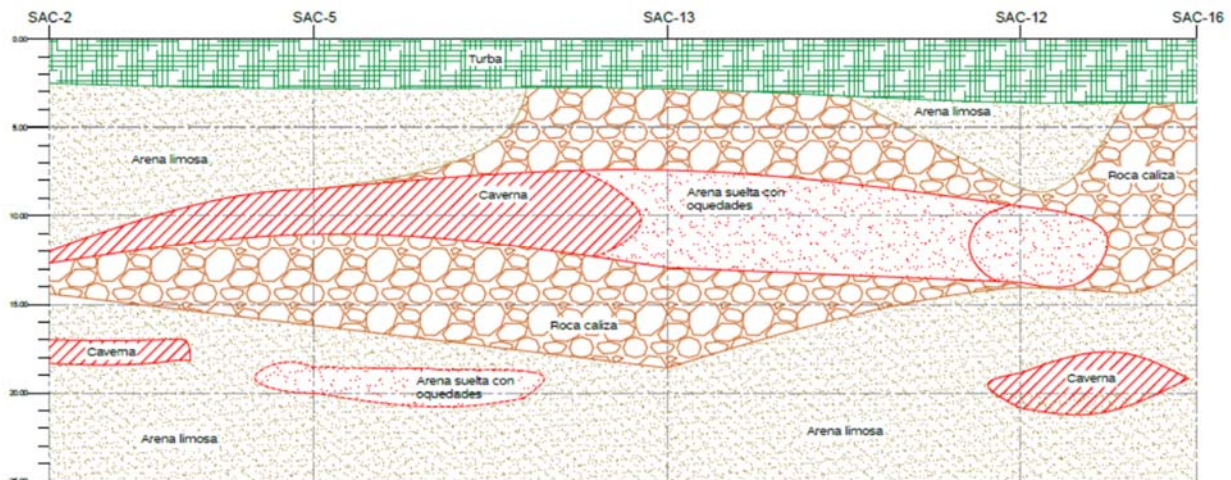


Figura 7. Corte estratigráfico definido con exploración geotécnica

Otro aspecto de relevante importancia es la asociación de parámetros y propiedades en el modelo geotécnico al material identificado como turba. La turba es un producto mineral, es un material orgánico, rico en carbono, formada por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron.

Por lo anterior, es importante destacar que, debido al origen y naturaleza de la turba, no se pueden asociar propiedades índice o mecánicas al material, la única propiedad que se le puede dar es peso volumétrico. Además, es importante destacar que este material es altamente corrosivo, por lo que debe de evitarse a toda costa, que no este en contacto con suelos sanos, para no contaminarlos, tampoco debe estar en contacto directo con el concreto, puesto que es altamente corrosivo, así que se debe retirar en su totalidad la turba en el área de construcción, y generar barreras que limiten la presencia de éste material.

Por último, es importante recalcar, que el objetivo principal en una campaña de mecánica de suelos y rocas es:

1. Definir, con la mayor precisión posible, las condiciones del suelo de desplante de las estructuras, además de presentar los resultados de manera clara y concisa.
2. Durante el proceso de investigación del subsuelo, habrá que recurrir a información de experiencias anteriores, además de consultar toda la bibliografía existendte, con el fin de alcanzar los propósitos iniciales.
3. En la exploración geotécnica deben de plantearse o definirse los objetivos y riesgos que puedan tener en forma particular las estructuras o que estén asociados con alguna obra colindante que pueda tener alguna influencia colateral y que pudiera modificar el diseño original.
4. Los trabajos de exploración en la zona de la Península de Yucatán, tienen como objetivo principal la detección de cavernas.
5. Los estudios geofísicos con el método dipolo – dipolo, son los más efectivos en la zona, ya que logran penetrar las aguas saladas o salubres, detectando con gran exactitud las cavernas. Este método deberá de complementarse y apoyarse en sondeos de penetración estándar y barril NXL, para determinar la capacidad de carga del terreno, ya que, en la mayoría de los casos, los suelos y rocas son muy heterogéneos.
6. Por ningún motivo se deberá de abusar de los sondeos de avance controlado para detectar cavidades, es muy cierto que este tipo de sondeos permite la detección de cavidades y ríos subterráneos, con rapidez y efectividad, pero no se logra conocer la capacidad de carga real del terreno, ya que no se puede verificar el estado del subsuelo por la falta de recuperación de muestras.
7. El abuso en el uso de sondeos con avance controlado y la falta de muestras a través de los métodos de penetración estándar, ha sido la causa principal de fallas en estructuras, sobre todo en las de gran altura, por lo tanto, no se debe de escatimar en un buen estudio de mecánica de suelos y rocas.
8. Lo más peligroso de construir edificios o estructuras de más de 20 niveles en la zona de la Rivera Maya, es el desconocimiento geotécnico de la zona, por lo tanto, es de vital importancia contar con el apoyo técnico e ingenieril necesario de un especialista con experiencia suficiente en la zona.
9. Como proyectista o constructor, se debe de tomar en cuenta que lo más importante es proteger la inversión que se esta llevando a cabo, por lo que un buen estudio de mecánica de suelos puede garantizar este punto, siendo aconsejable tomar en cuenta las precauciones necesarias, y no escatimar en recursos y personal para cubrir a satisfacción este punto.
10. De igual manera, se recomienda verificar la experiencia constructor y del consultor en mecánica de suelos, en la zona en estudio, con la finalidad de proteger los procesos de construcción y supervisión, así como el funcionamiento de la obra durante su vida útil.