APÉNDICE 1. ARTÍCULO DEL PERIODICO LA JORNADA “FUE DESCUBIERTO EL RÍO SUBTERRANEO MAS LARGO DEL MUNDO”

Cancún, QR, 2 de marzo 2008. Dos buzos de origen extranjero descubrieron lo que podría ser el río subterráneo más largo del mundo, de casi 154 kilómetros de longitud y una profundidad máxima de 72 metros en la península de Yucatán, región donde se encuentran las tres corrientes más extensas en el subsuelo.

Sam Meacham, director del Centro Investigador del Sistema Acuífero de Quintana Roo, dijo que el hallazgo se hizo a finales de enero por Robbie Schmittner, de origen alemán, y Steve Boagarts, de Inglaterra, quienes lograron conectar lo que en un principio se pensó eran dos ríos diferentes.

Especialista en buceo acuático y originario de Texas, Sam Meacham explicó a La Jornada que, tras tres años de exploraciones, ambos investigadores lograron "conectar" los ríos Sac Actún (cueva blanca) y Nohoch Nah Chich (gran casa de las aves), que sumaron 153.6 kilómetros. La corriente fue agrupada como sistema Sac Actún "debido a que el más grande se come al más pequeño". La entrada a este afluente está entre la carretera Tulúm-Cobá, en las inmediaciones de la zona arqueológica de Tulúm, y su desembocadura en la zona costera de la Riviera Maya. Con este hallazgo, el río se convierte en el noveno lugar mundial de las cuevas más largas del mundo, secas o inundadas. Referente mundial. El estado cuenta ahora con los tres ríos subterráneos más largos del mundo: además del Sac Actún, están el Ox Bel Ha, de 146 mil 761 metros de longitud y profundidad máxima de 33.5 metros, y Dos Ojos, de 57 kilómetros de largo y 25 metros de hondura. Además, Sac Actún tiene 111 cenotes, pozas donde el río emerge a tierra, a los que Sam Meacham llama "cápsulas del tiempo", pues en ellos los espeleobuzos han localizado en los 20 años recientes restos del hombre temprano, además de esqueletos históricos de animales del pleistoceno, mismos que han sido reportados ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Por la zona de Tulúm, dijo, hay registros de restos humanos de más de 10 mil años, que nada tuvieron que ver con los Mayas u otras culturas originarias de Mesoamérica.

Acerca de cómo llegaron allí, explicó que en la era de la glaciación, lo que ahora son cenotes eran cuevas secas utilizadas lo mismo por hombres que por animales; al concluir esa época comenzó el deshielo, subieron los niveles de los océanos e inundaron esos refugios, lo que los convirtió en "cápsulas del tiempo".

Debido a que el subsuelo es de roca caliza, la península de Yucatán carece de ríos en su superficie, pero debajo está surcada por corrientes subterráneas, lo que la hace muy susceptible de contaminación, explicó Meacham.

En toda la península de Yucatán, existen entre 7 mil y 8 mil cenotes, según los datos del espeleólogo Sam Meacham. Sólo en la Riviera Maya hay aproximadamente 600, muchos de los cuales son importantes atractivos turísticos de la zona.

Conciencia ecológica

Interrogado sobre la importancia del río subterráneo, señaló que esto es fundamental para la exploración y el mapeo de la zona, además de que permite hacer conciencia entre la población y las autoridades, pues el ciento por ciento del consumo de agua de la región depende del subsuelo.

Así, las autoridades locales ya comienzan a considerar los ríos subterráneos en el proceso de planeación para la construcción de obras. El nuevo plan director de Desarrollo Urbano de Tulúm, por ejemplo, piensa dejar la mayor parte del territorio que está sobre estos sistemas de ríos subterráneos como áreas protegidas.

Ese plan propone que alrededor de 8 mil hectáreas de selva se mantengan con densidad de construcción nula o muy baja, lo cual fue acordado entre autoridades de los tres órdenes de gobierno y grupos ambientalistas de Quintana Roo.

De igual importancia, destacó, esta red de ríos y grutas constituyen un gran atractivo turístico para el espeleobuceo y muchos de los cenotes, que eran considerados sagrados por la civilización maya, son utilizados como lugares de baño público.

Eso le da una importancia vital a la economía, no sólo de la península, sino del país, pues sólo los proyectos de turismo sustentable en la región de Cancún y la Riviera Maya generan entre 10 y 12 por ciento del producto interno bruto, aseveró el especialista.

Lenin Amaro Betancourt, director de Turismo del municipio de Solidaridad, donde se encuentra Playa del Carmen, comentó que con este descubrimiento se fortalece la Riviera Maya como un destino de espeleobuceo. "El año pasado llegaron a la Riviera Maya 120 mil turistas para practicar buceo, y de ellos 24 mil lo hicieron en la modalidad de espeleobuceo".

APÉNDICE 2. PLANTA DE AGREGADOS CALICA

Para la realización de este trabajo de investigación se realizaron numerosas visitas a diferentes obras y lugares que pudiesen brindar información relacionada con el tema, uno de estos lugares fue la planta de agregados CALICA ubicada a 7 Km. de la ciudad de Playa del Carmen, esta planta de agregados es la mas importante de América Latina, cuenta con una infraestructura impactante, y se especializa en la explotación de roca caliza a través de inmensos bancos con características especiales ubicado en dicha planta, extrayendo inmensos volúmenes de rocas, que pasan por un proceso para tener agregados para la construcción de gran calidad con características físicas y químicas requeridas por el cliente.

Acceso a la planta

Para poder ingresar a la planta es necesario pasar por un cerco de seguridad en el cual proporcionan equipo de protección necesario, debido a la magnitud de la maquinaria y materia prima (rocas) que se encuentran en ese lugar este equipo de seguridad básicamente es el uso de casco y gafas en algunos momentos del recorrido; también en este cerco se tiene controlado electrónicamente el personal que ingresa y sale de la planta, debido a que gran cantidad de material procesado en la planta se exporta por barco a otros países, y por seguridad se revisan vehículos entrantes y salientes de la planta.

Equipo de Seguridad

Al acceder sobre un largo camino recto que conduce a las oficinas se observa una banda que conduce agregados hacia la costa los cuales pertenecen al grupo de agregados que se exporta vía marítima en grandes barcos contenedores.
Fui recibido por la Ing. Lourdes Rodríguez jefa de control de calidad de la planta quien me dio referencias de las actividades de la empresa, características del material utilizado, proceso de trituración y separación, control de calidad etc.
En el estado de Quintana Roo se cuentan con 5 diferentes tipos de suelo y en su mayoría se caracterizan por ser poco profundos y de alta pedregosidad motivo por el cual no son en general adecuados a la agricultura ya que su espesor no pasa de los 20 cm. Pero en la mayoría de los casos cuentan con un drenaje suficiente debido a la permeabilidad de los mismos, fenómeno ya explicado con detalle en este trabajo.
Los tipos de suelo de Quintana Roo son los siguientes:

TZEKEL
TZEKEL KANKAB
KANKAB
A´KAL CHE Y EK-LUM
CALIZAS POSPLIOCENICAS ARENOSAS

TZEKEL: Constituye una capa delgada sobre la caliza y su color varia de café claro a rojo obscuro. En estos tipos de suelo prospera únicamente el henequén y principalmente ocupa zona de deslaves.
TZEKEL KANKAB: Son suelos que se han formado por arrastre y depositado por la lluvia; su color varia de gris-café a rojo obscuro. Este tipo de suelo cuentan con un excesivo drenaje. Es propio para el cultivo de maíz, caña de azúcar, frijol, yuca, hortalizas y frutales. Ocupa lugares del centro y del estado.
KANKAB: Son los suelos mas profundos que se encuentran en el estado. Tienen color rojo por la presencia del hierro en su descomposición. En algunas ocasiones se encuentran alternados con tzekel y kankab-tzekel y su drenaje es excesivo, estos tipos de suelo se encuentran en la parte sur del estado y se puede cultivar maíz y caña de azúcar.
A´KAL CHE: Son suelos superficiales de color gris – negro de textura arcillosa. En estos tipos de suelo el drenaje es deficiente por ser de textura arcillosa. Estos suelos se encuentran en la parte sur del estado y es propio para el cultivo de maíz y caña de azúcar.
CALIZAS POSPLIOCENICAS ARENOSAS: Estos suelos son los que se encuentran en la zona costera del estado. Estos suelos son arenosos, profundos, muy pobres y permeables.

C A L I C A

Por lo general el tipo de suelo que se encuentra en Calica en las áreas de explotación corresponde a la clasificación denominado tzekel por ser suelos que presentan una capa muy delgada sobre la caliza que aflora continuamente todo el terreno.
Para poder determinar sus propiedades físicas y químicas del suelo se realizaron tomas de muestras representativas del área utilizando un muestreador de suelos. Posteriormente se le practicaron los análisis en un laboratorio de análisis de suelo obteniendo los siguientes resultados.
Textura : De acuerdo a los resultados obtenidos, se encontró que la textura del suelo presente en el área esta formado de la siguiente manera :

TEXTURA	%
ARENA	42.5
ARCILLA	35.3
LIMO	22.2
TOTALES	**100**

De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro anterior nos muestra que el tipo de suelo pertenece a la clase textural denominada migajón arcilloso, el cual presenta acumulaciones de materia orgánica producto de la degradación de la hojarasca.

ESTRUCTURA: La estructura del suelo es migajonosa que corresponde a una profundidad que varia dentro de los 10 a 20 cm. Limitada por un sustrato rocoso uniforme en todo el terreno de Calica siendo a partir de este la explotación útil de roca caliza que posee características de dureza y necesarias para producir agregados de acuerdo a los análisis realizados la estructura del suelo corresponde al tipo granular bien desarrollada.

La estructura antes mencionada prácticamente general en todo el estado de Quintana Roo, una ligera capa de suelo algunas ocasiones apto para cultivo, y debajo de esta la llamada laja que limita el estrato calizo de la península. Sin embargo aunque el subsuelo es prácticamente similar en todo el estado el terreno donde se ubica esta planta tiene la peculiar característica de tener diversidad de roca caliza es decir características químicas diferentes entre calizas, durezas, y propiedades físicas e índice variadas en toda el área de Calica y fue por esta que se eligió este banco.
POROSIDAD: El subsuelo presenta una alta porosidad situación que le atribuye un buen grado de permeabilidad e infiltración.

COLOR: Con base en la tabla de Bunsen presenta que el tipo de subsuelo que tenemos es de un color pardo obscuro a rojizo.

Sin embargo, la finalidad para Calica es la trituración de agregados pétreos que cumplan con las especificaciones requeridas según norma aplicable.

Los tipos de prueba que se les realiza a nuestros agregados son los siguientes.
REDUCCIÓN DE MUESTRAS
GRANULOMETRIA
DENSIDAD
ABSORCIÓN
PRUEBA DE LOS ANGELES
% PERDIDA DE FINOS POR LAVADO # 200
PESOS VOLUMÉTRICOS

REDUCCIÓN DE MUESTRAS: Reducir la muestra tomada en el campo para obtener los pesos requeridos de acuerdo al tipo de prueba que se vaya a realizar.

GRANULOMETRIA: Es la separación de diferentes tamaños de partículas por medio de cribas. Cuya norma aplicable es la NMX – C – 077

DENSIDAD: Es la relación de masa a volumen, considerando la masa de las partículas saturadas de agua y superficialmente secas y el volumen sólido de las partículas, que incluyen los volúmenes de los poros que se encuentren dentro de las misma.

ABSORCIÓN : Es el incremento en la masa de un agregado seco, cuando es sumergido en agua durante un tiempo determinado a temperatura ambiente; este aumento de masa es debido al agua que se introduce en los poros del material y no incluye el agua adherida a la superficie de las partículas.

PRUEBA DE LOS ANGELES: Es la prueba para la determinación de la resistencia a la degradación por abrasión o impacto de los agregados gruesos

% PERDIDA DE FINOS POR LAVADO # 200: Esta prueba nos sirve para determinar el contenido de partículas mas finas de la malla 200 por medio de lavado. Donde las muestras de los agregados se lava por agitación y el agua que contienen los materiales disueltos y en suspensión , se separa por decantación y se pasa par la criba No. 200.

PESOS VOLUMETRICOS: Esta prueba nos sirve para conocer la masa del material por unidad de volumen, siendo el volumen el ocupado por el material en un recipiente especificado.

A continuación realizaré una reseña de la visita a la planta, por motivos de seguridad de la empresa la información brindada no es extensa en cuanto a pruebas de laboratorio, sin embargo es interesante conocer los procesos que se llevan a cabo dentro de esta empresa. Después de recibir una platica sobre el tipo de pruebas antes mencionadas realizadas en Calica, abordé un vehículo con la Ing. Lourdes para proceder a conocer la planta y el proceso que se efectúa en ella; primeramente a través de un mirador observé el banco donde se obtiene el material, siendo este inmenso y algo que llamó mi atención es ver una enorme laguna debajo de la roca ya explotada, la explicación fue que ese lago es el nivel del manto freático compuesto por agua dulce, ya que han excavado 12 metros de roca y a esa profundidad se encuentra el nivel freático generalizado para toda la Riviera Maya y la ciudad de Cancún variando en la costa o zona litoral 2 metros aproximadamente, ya que este banco por norma se encuentra a 4 Km. del nivel del mar. Es a esta profundidad de 12 m donde termina la explotación de roca, ya que a largo plazo me explicaba la Ing. Lourdes cuando se termine la vida útil que es de 25 años mas de la planta Calica se planea la construcción de un complejo turístico, que explotará la belleza de este lago cristalino creado por la explotación de roca caliza. Pude observar maquinaria pesada imponente como grandes camiones contenedores capaces de transportar 70 toneladas, etc.

Mirador del banco principal

Explotación del banco y alcance del Nivel Freático

El área siguiente visitada en la planta fue la de transportación, transportación y separación de agregados, primeramente se observa a los enormes camiones depositando los grandes bloques de roca en el triturador primario, este material es transportado por bandas a diferentes silos almacenadotes, mismos que depositan el material a trituradores que especifican el tamaño final del agregado previamente cribados; finalmente el material es llevado al área de lavado, donde se remueve las impurezas de la roca para ser apilado a través de bandas transportadoras creando enormes volúmenes de agregados separados por tamaños específicos.

Transporte y descarga del material en las trituradoras

Transporte por bandas

Transporte y apilamiento de material por tamaño de agregado

Al parecer el proceso termina aquí sin embargo la planta Calica tiene la peculiaridad de exportar agregados por enormes buques a diferentes países principalmente Estados Unidos por lo que existe una banda transportadora que es la que observé al entrar a la planta que lleva material hacia la costa.
Consecuentemente nos dirigimos hacia el otro lado de la planta donde se encuentra el puerto, y al entrar nuevamente a esta sección de la planta pasando por un cerco de seguridad previo similar al primero mencionado se observa de igual forma los grandes volúmenes de agregados separados estrictamente por tamaño siendo estos únicamente exclusivos para exportación, el día de la visita tuve la fortuna de ver el llenado de un buque de nombre "Bernardo Quintana" que recibía material para ser trasladado al estado de Florida en Estados Unidos de América, también fue interesante ver que dentro de la planta existe una planta de concreto Cemex ya que Calica renta estos espacios para concreteras que requieran sus agregados.

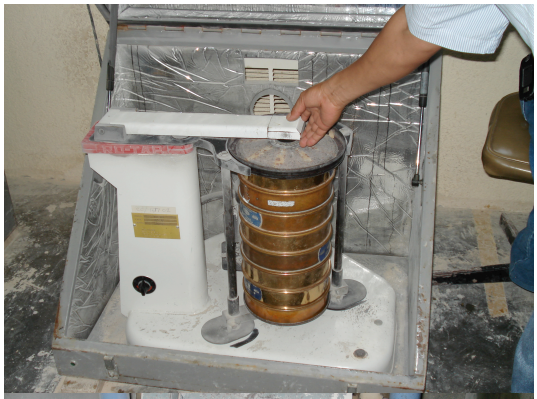
Transporte de material a buque carguero

Buque Carguero “Bernardo Quintana”

Finalmente fui conducido laboratorio de control de calidad, muy similar al laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la UNAM donde pude observar las pruebas realizadas al material mencionadas anteriormente y los instrumentos empleados para la realización de tales pruebas como hornos, cribas de laboratorio, charolas, y una maquina de resistencia ante impactos de los materiales, la cual es empleada para agregados sometidos a impactos que requieren ciertas construcciones como pistas de aeropuertos, autopistas, muelles etc.

Laboratorio de control de calidad

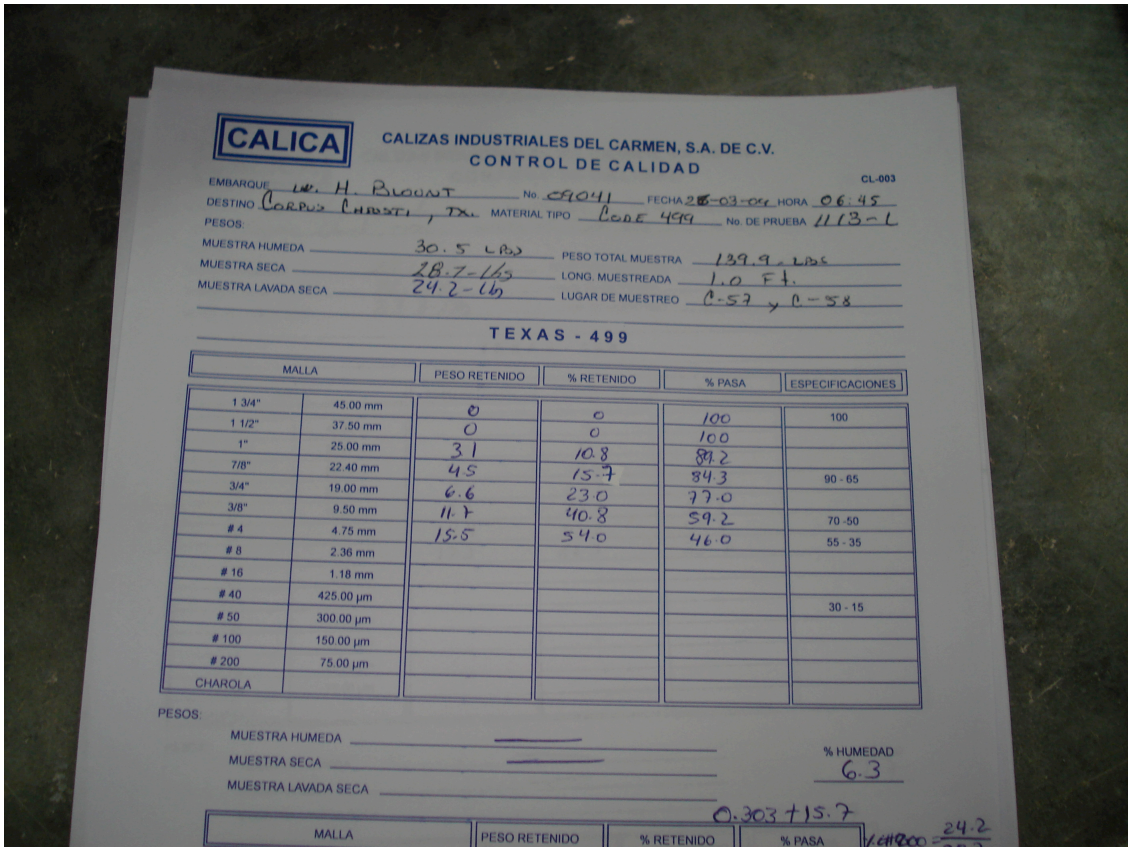
Prueba de impacto



Mallas de Cribado

Hornos

A continuación se presenta el formato universal de control de calidad utilizado en el laboratorio, donde se refleja la calidad del agregado similar a los formatos utilizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería, se puede observar en la tabla que los valores obtenidos están dentro del rango de los valores correctos ubicados en la columna especificaciones.



CALICA

CALIZAS INDUSTRIALES DEL CARMEN, S.A. DE C.V.

CONTROL DE CALIDAD

CL-003

EMBARQUE W. H. BLOUNT No. C9041 FECHA 28-03-04 HORA 06:45

DESTINO CORPUS CHRISTI, TX. MATERIAL TIPO CODE 499 No. DE PRUEBA 1113-L

PESOS:

MUESTRA HUMEDA 30.5 LBS PESO TOTAL MUESTRA 139.9 LBS

MUESTRA SECA 28.7 LBS LONG. MUESTREADA 1.0 Ft.

MUESTRA LAVADA SECA 24.2 LBS LUGAR DE MUESTREO C-57 y C-58

TEXAS - 499

MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	ESPECIFICACIONES
1 3/4"	45.00 mm	0	0	100	100
1 1/2"	37.50 mm	0	0	100	
1"	25.00 mm	3.1	10.8	89.2	
7/8"	22.40 mm	4.5	15.7	84.3	90 - 65
3/4"	19.00 mm	6.6	23.0	77.0	
3/8"	9.50 mm	11.7	40.8	59.2	70 -50
# 4	4.75 mm	15.5	54.0	46.0	55 - 35
# 8	2.36 mm				
# 16	1.18 mm				
# 40	425.00 µm				30 - 15
# 50	300.00 µm				
# 100	150.00 µm				
# 200	75.00 µm				
CHAROLA					

PESOS:

MUESTRA HUMEDA

MUESTRA SECA

MUESTRA LAVADA SECA

% HUMEDAD 6.3

0.303 + 15.7

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA

La siguiente tabla pertenece a una prueba de laboratorio realizada para CALICA, dicha prueba refleja la resistencia y comportamiento a compresión de las rocas utilizadas en la planta a través de corazones extraídos de diferentes puntos del banco de la planta, se puede observar la gran resistencia de la roca cuyos valores oscilan de 300 a 650 kg/cm2 siendo los de menor resistencia los corazones 3-A y 3-B que corresponden a una roca porosa que presenta pequeñas cavidades.

INSET S.A. DE C.V.

SOCIO ACTIVO
analisec

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE CONCRETO

PRUEBA DE CORAZONES

Cliente: **CALICA**
Elementos: _____ Fecha de extracción: 13/12/03

Obra: _____
Fecha de ensaye: 13/12/03

Resistencia especificada: _____ kg/cm² a _____ días.
Curado del Especimen: Temperatura Ambiente

T.M.A.: -
Informe No. ----

Especimen		Diametro (cm)	Altura sin cabecear (cm)	Altura cabeceado (cm)	H/D	Factor de Corrección	Área (cm²)	Volumen (cm³)	Masa (grs)	Masa Vol. (kg/m³)	Carga Máx. (kg)	Resistencia (kg/cm²)	
Cliente	INSET												Prom.
1	1-A	7.56	9.41	10.05	1.24	-	44.89	422.40	1,040.00	2,462.13	30,000	668	646
1	1-B	7.56	15.01	15.16	1.99	-	44.89	673.77	1,587.60	2,356.28	28,000	624	
2	2-A	7.56	11.83	12.11	1.56	-	44.89	531.03	1,194.10	2,248.65	18,000	401	395
2	2-B	7.56	14.90	15.18	1.97	-	44.89	668.84	1,607.60	2,403.58	17,500	390	
3	3-A	7.56	8.93	9.15	1.18	-	44.89	400.85	912.00	2,275.15	14,200	316	314
3	3-B	7.56	15.00	15.46	1.98	-	44.89	673.32	1,523.20	2,262.21	14,000	312	

OBSERVACIONES:

LOS CORAZONES 3-A Y 3-B CORRESPONDEN A UNA ROCA CPOROSA QUE PRESENTA PEQUEÑAS CAVIDADES.

EXTRAJO:	ENSAYO:	SIGNATARIO AUTORIZADO:
TEC. OSCAR RODRIGUEZ	TEC. OSCAR RODRIGUEZ	ING. JOSE LUIS MENDEZ RAMIREZ

APÉNDICE 3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA CONJUNTO HABITACIONAL

A continuación se presentará un reporte formal de un estudio de mecánica de suelos con el fin de que el lector pueda familiarizarse con los reportes de sondeos en las futuras obras que enfrente, agradeciendo a la empresa Control de Calidad y Geotecnia S.A de C.V (CCG) la información proporcionada

INFORME FINAL DE LA CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN CON PERFORADORA STENUIK, PARA EDIFICIOS DE CONDOMINIOS, SOLIDARIDAD QUINTANA ROO.

CONTENIDO:

1. Introducción
   - 1.1 Antecedentes
   - 1.2 Ubicación del sitio
   - 1.3 Topografía
   - 1.4 Descripción del proyecto
   - 1.5 Alcances
2. Condiciones Geológicas del sitio
   - 2.1 Antecedentes
   - 2.2 Fisiografía
   - 2.3 Estratigrafía
   - 2.4 Geohidrología
3. Cavernas
4. Condiciones Geotécnicas del sitio
   - 4.1 Ubicación
   - 4.2 Exploración
   - 4.3 Estratigrafía y propiedades del subsuelo
5. Análisis y diseño de la cimentación
   - 5.1 Cimentación propuesta
   - 5.2 Capacidad de carga
   - 5.3 Profundidad de desplante
6. Conclusiones

Referencias
Lista de figuras
Anexo 1: Resultados de exploración y muestreo
Anexo 2: Informe fotográfico

1. Introducción

1.1 Antecedentes

El siguiente ejemplo pertenece a un edificio condominal en una estructura que alcanzará hasta dos niveles, realizándose previamente una campaña de exploración en este sitio con el fin de detectar posibles cavernas y determinar la estratigrafía y capacidad de carga del subsuelo.

1.2 Ubicación del sitio

El sitio está localizado en el Fraccionamiento Ylaku, en el lote 183, dentro del municipio Solidaridad, estado de Quintana Roo, figuras 1 y 2.

1.3 Topografía

La topografía del sitio donde se pretende construir es sensiblemente plano. Colinda hacia el norte y sur con caminos que rodean al predio en estudio, mientras que la oriente con el lote 184 y al poniente con el lote 182.

1.4 Descripción del proyecto

Se pretende construir un edificio condominal en estructuras que alcanzará hasta dos niveles con mezanine en cada nivel, con la información que disponemos se tiene que la estructura transmitirá la carga mediante marcos de carga que a su vez llevarán la carga directamente a la cimentación y ésta al terreno natural.

1.5 Alcances

Se realizó una campaña de exploración consistente en la realización de quince sondeos de avance controlado hasta una profundidad máxima de 8.5 m, a fin de determinar la posible existencia de cavernas, así como la estratigrafía existente en el lugar.
En este informe se presenta la descripción de los trabajos de campo y los análisis para evaluar la cimentación y las recomendaciones necesarias para su construcción, la capacidad de carga, profundidad de desplante, así como las recomendaciones generales para la construcción y protección de las estructuras del lugar.

2. Condiciones geológicas del sitio

2.1 Antecedentes

La península de Yucatán es una unidad geológica constituida por sedimentos calcáreos marinos del Cenozoico. Representa una extensa planicie que forma parte de la provincia geográfica de la llanura del Golfo y del Caribe, con características morfológicas y estructurales bastante uniformes (ref. 1).

2.2 Fisiografía

Los rasgos fisiográficos que presenta esta región son de tipo cárstico y corresponden a un estado de erosión intermedio dentro del ciclo geomorfológico. En las calizas existen cavidades y conductos de disolución que varían desde pequeños poros hasta cavernas muy grandes.
El colapso de los techos de las cavernas da lugar a numerosas depresiones redondeadas (bolinas) grandes y pequeñas, conocidas comúnmente como cenotes.

2.3 Estratigrafía

En general sólo se tiene la formación Carrillo Puerto, que pertenece al Plioceno-Mioceno superior, ésta formación ocupa la mayor parte del estado de Quintana Roo. En general está formada en los estratos superiores por calizas duras, de color blanco a amarillo claro, con niveles arenosos debajo de los cuales se encuentran calizas arenosas menos duras, que van de un tono amarillento a amarillo-rojizo, alternadas algunas veces por margas, arenas y areniscas. Los estratos inferiores están representados por coquinas, recubiertas por una capa dura de roca caliza, con moluscos y otros tipos de fósiles marinos.

En algunas rocas los fragmentos de fósiles son de moluscos (pelecipodos y gasterópodos), foraminíferos (Planulina y Quinqueloculina) y espinas de equinodermos, con tamaño variable de 0.07 y hasta 15 Mm.; el cementante es lodo calcáreo (micrita), el cual ha recristalizado parcialmente a cristales de calcita.
El origen de la roca es sedimentaria marina, tal vez depositada detrás de los arrecifes coralíferos cerca de la costa, siendo por tanto, formadas en condiciones de sedimentación en un ambiente epinerítico y de evaporación total.
Hacia el norte del sitio existe un cordón litoral angosto, separado de tierra firme por ciénagas, marismas y lagunas pantanosas de aguas salobres que forman otra franja.
A pesar de que la geohidrologia no es un tema en este trabajo, no puede dejar de mencionarse, aunque sea brevemente, por la importancia que tiene ésta
En esta zona no existen corrientes superficiales, porque la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático. La erosión producida por el agua forma conos de disolución en la superficie, conductos y cavernas subterránea a través de las cuales el agua fluye con gradiente prácticamente paralelo al relieve casi horizontal del terreno.
La plataforma caliza puede considerarse como un medio homogéneo con relación al acuífero costero cárstico que fluye en su interior (ref. 2).

3. Cavernas

Durante la campaña de exploración no se detectó ninguna cavidad por lo que la estructura no tendrá ningún problema de esta índole.

4. Condiciones Geotécnicas del sitio

4.1 Ubicación

El sitio se localiza al norte del estado de Quintana Roo, el predio está en una zona donde predominan las rocas calizas muy duras y macizas de espesores variables, le subyacen estratos de roca arenisca que en ocasiones llega a ser sólo arena cementada, que no alcanzó la sedimentación total, para considerarse como roca conocida comúnmente como sascab; en múltiples ocasiones se localizan las cavidades que ponen en riesgo las estructuras.

4.2 Exploración

4.3 Se programó una campaña de exploración consistente en la realización de quince sondeos de avance controlado con perforadora Stenuick, hasta una profundidad máxima de 8.5 m, la ubicación de los sondeos se muestra en la Fig. 3; los resultados se presentan en el Anexo 1, de manera tanto tabular como gráfica.

4.4 Estratigrafía y Propiedades del subsuelo

En general se encontró un horizonte de tierra vegetal de hasta 0.25 m, seguido de un horizonte de roca caliza subyacido por un horizonte de roca arenisca y hacia el final de los sondeos un horizonte de roca caliza; esta formación se prolonga hasta el final de los sondeos, ver Anexo 1.

5. Análisis y diseño de la cimentación

1.1 Cimentación propuesta

De conformidad con los resultados que se obtuvieron y a las condiciones estratigráficas de sitio así como el tipo de proyecto que se tiene sería recomendable resolver la cimentación mediante zapatas corridas desplantadas en el estrato de roca resistente que se localizó por debajo de la tierra vegetal, cabe señalar que se puede utilizar mampostería labrada con piedra típica de la región.

1.2 Capacidad de Carga

De conformidad con los resultados obtenidos y dada la estratigrafía del terreno se recomienda una capacidad de carga de 96 ton/m2 , para la carga de diseño.

1.3 Profundidad de desplante

La cimentación se deberá desplantar sobre el estrato de roca que se tiene por debajo de la tierra vegetal. Si el ingeniero estructurista requiere mayor profundidad de desplante para fines de empotre por momento de volteo se deberá hacer la excavación; es importante resaltar que la cimentación se deberá desplantar sobre un mismo tipo de material nunca en dos, esto con la finalidad de evitar la generación de asentamientos diferenciales que no son admisibles para la estructura proyectada.

2. Conclusiones

- El sitio se localiza en el lote 183 del Fraccionamiento Yalku, dentro del municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo.
- Se realizó una campaña de exploración consistente en la realización de 15 sondeos de avance controlado, ver Fig. 3.
- Se construirá un edificio condominal de dos niveles; se consideró que la estructura transmitirá sus cargas mediante muros que se apoyarán directamente en la cimentación y ésta en el terreno natural.
- La estratigrafía del subsuelo es homogénea.
- Antes de realizar la construcción es necesario tener un banco de nivel, que asegure llevar un control de cotas durante todas las etapas de construcción.
- Los resultados aquí presentados son aplicables al predio en estudio, en el que se consideraron las condiciones locales de los materiales en el sitio y del as condiciones particulares del proyecto.
- Los materiales utilizados durante el proceso constructivo deberán ser objeto de un continuo y estricto control de calidad.

Referencias

1. Springall Guillermo y Espinosa Leopoldo. El subsuelo de la península de Yucatán. Cuarta Reunión de Mecánica de Suelos SMMS, México. 1976.
2. Lesser et al. Geomorfología de la Península de Yucatán. Tercera Reunión de Mecánica de Rocas SMMR. México, 1982.
3. Dr. Gaziev Erast. Notas de clase Mecánica de Rocas. División de Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería UNAM. México 1996.
4. Duncan C. Wyllie. Foundations on rock. Second Edition. E&FN Spon. London, 1999.
5. Dr. Auvinet G. Gabriel. Notas de clase Mecánica de suelos aplicada. División de estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería UNAM, México, 1997.
6. Ruelas Moncayo Sergio. Curso de cimentaciones. Cimentaciones en roca. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., México, 1982.

CCG

CONTROL DE CALIDAD
Y GEOTECNIA SA DE CV

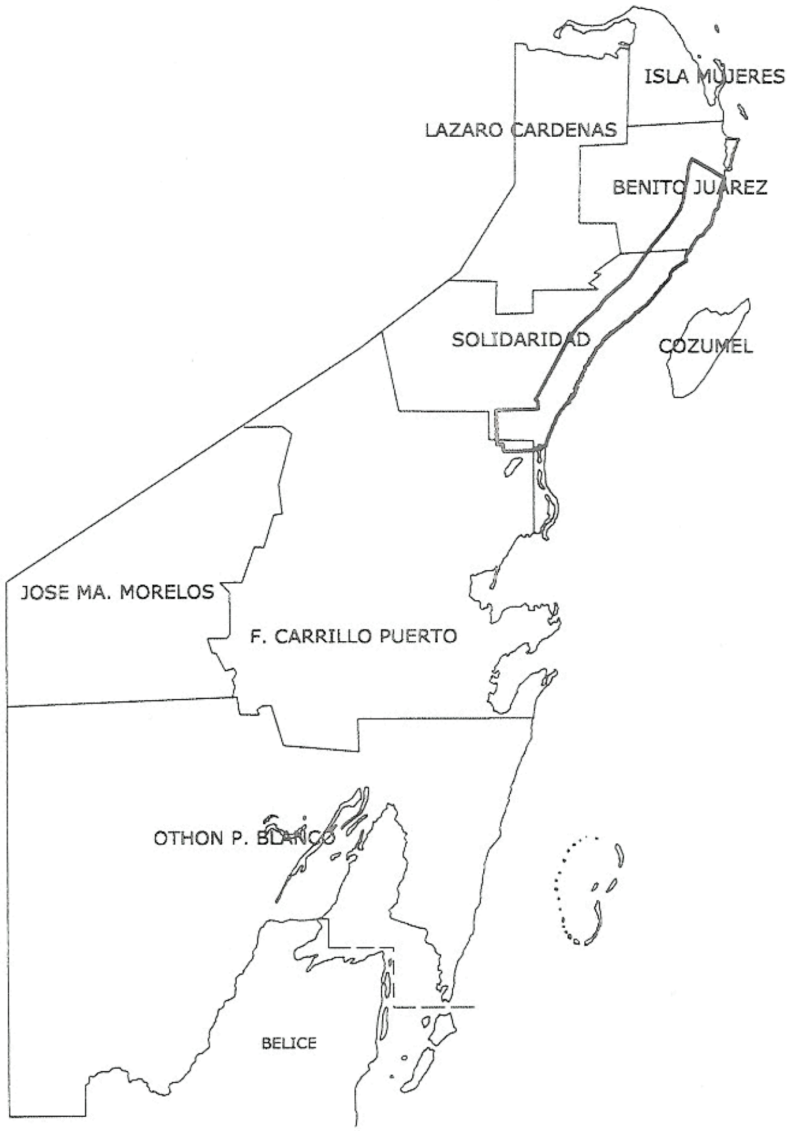


Fig. 1 ESTADO DE Q.ROO

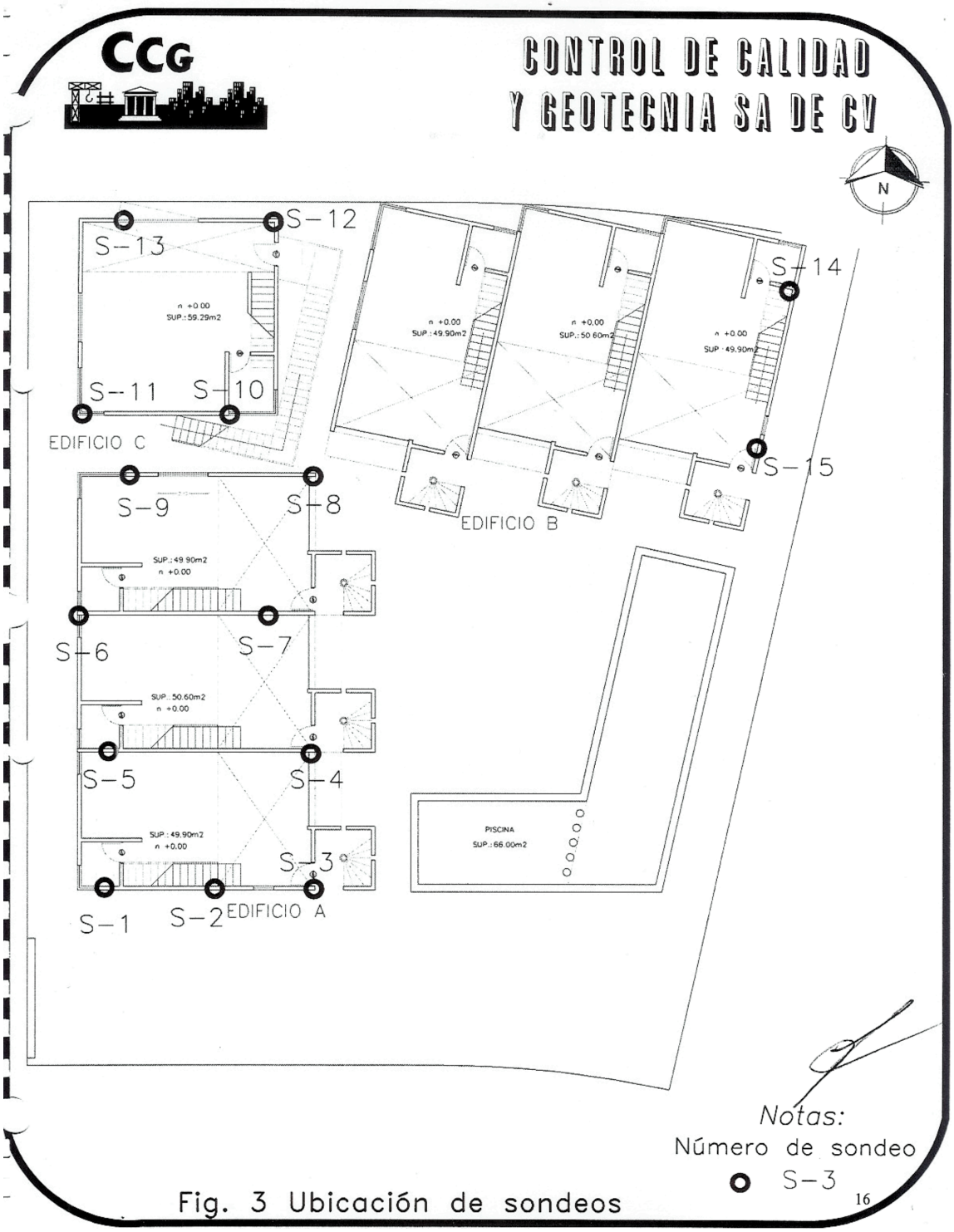


Fig. 3 Ubicación de sondeos

16

CCG

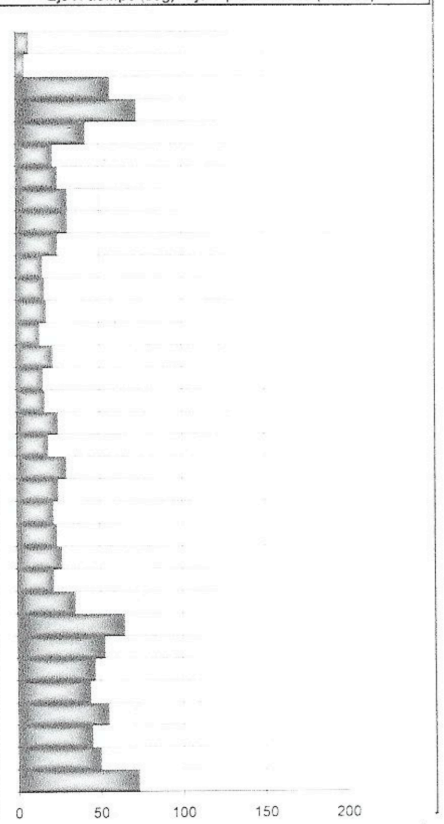
CONTROL DE CALIDAD
Y GEOTECNIA SA DE CV

Reporte de perforación

Obra:	Fracc. Yalku, Lote 183	Sondeo:	1
Localización	Solidaridad, Q. Roo	Nivel Freatico	No se encontró
Cliente:	Grupo Mabor SA de CV	Responsable	Ing. Jaime Juárez Téllez
Fecha	22-Nov-05	Operador	J.F.T.F.

Profundidad, en m		Tiempo	Especificación del material
De	A	(segundos)	
0.00	0.25	8	Tierra vegetal
0.25	0.50	5	Tierra vegetal
0.50	0.75	57	Roca caliza
0.75	1.00	73	Roca caliza
1.00	1.25	42	Roca caliza
1.25	1.50	22	Roca arenisca
1.50	1.75	25	Roca arenisca
1.75	2.00	31	Roca arenisca
2.00	2.25	31	Roca arenisca
2.25	2.50	25	Roca arenisca
2.50	2.75	16	Roca arenisca
2.75	3.00	17	Roca arenisca
3.00	3.25	18	Roca arenisca
3.25	3.50	14	Roca arenisca
3.50	3.75	22	Roca arenisca
3.75	4.00	16	Roca arenisca
4.00	4.25	17	Roca arenisca
4.25	4.50	25	Roca arenisca
4.50	4.75	19	Roca arenisca
4.75	5.00	30	Roca arenisca
5.00	5.25	25	Roca arenisca
5.25	5.50	22	Roca arenisca
5.50	5.75	24	Roca arenisca
5.75	6.00	27	Roca arenisca
6.00	6.25	22	Roca arenisca
6.25	6.50	35	Roca arenisca
6.50	6.75	65	Roca caliza
6.75	7.00	53	Roca caliza
7.00	7.25	47	Roca caliza
7.25	7.50	44	Roca caliza
7.50	7.75	55	Roca caliza
7.75	8.00	45	Roca caliza
8.00	8.25	50	Roca caliza
8.25	8.50	73	Roca caliza
			Fin de sondeo

Gráfica de perforación
Eje X tiempo (seg)--Eje Y profundidad (metros)



CCG

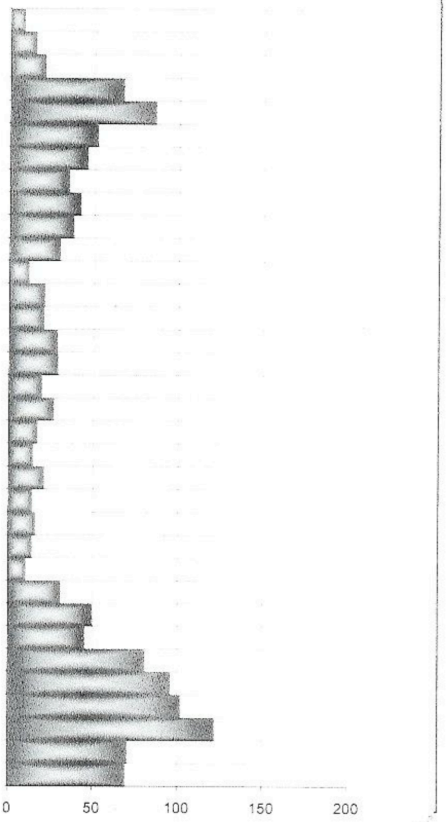
CONTROL DE CALIDAD
Y GEOTECNIA SA DE CV

Reporte de perforación

Obra:	Fracc. Yalku, Lote 183	Sondeo:	3
Localización	Solidaridad, Q. Roo	Nivel Freatico	No se encontró
Cliente:	Grupo Mabor SA de CV	Responsable	Ing. Jaime Juárez Téllez
Fecha	23-Nov-05	Operador	J.F.T.F.

Profundidad, en m		Tiempo	Especificación del material
De	A	(segundos)	
0.00	0.25	8	Tierra vegetal
0.25	0.50	15	Tierra vegetal
0.50	0.75	21	Tierra vegetal y roca
0.75	1.00	67	Roca caliza
1.00	1.25	86	Roca caliza
1.25	1.50	52	Roca caliza
1.50	1.75	46	Roca arenisca
1.75	2.00	35	Roca arenisca
2.00	2.25	42	Roca arenisca
2.25	2.50	38	Roca arenisca
2.50	2.75	30	Roca arenisca
2.75	3.00	12	Roca arenisca
3.00	3.25	21	Roca arenisca
3.25	3.50	21	Roca arenisca
3.50	3.75	29	Roca arenisca
3.75	4.00	29	Roca arenisca
4.00	4.25	20	Roca arenisca
4.25	4.50	27	Roca arenisca
4.50	4.75	17	Roca arenisca
4.75	5.00	15	Roca arenisca
5.00	5.25	21	Roca arenisca
5.25	5.50	14	Roca arenisca
5.50	5.75	16	Roca arenisca
5.75	6.00	14	Roca arenisca
6.00	6.25	11	Roca arenisca
6.25	6.50	31	Roca arenisca
6.50	6.75	50	Roca arenisca
6.75	7.00	46	Roca arenisca
7.00	7.25	81	Roca caliza
7.25	7.50	96	Roca caliza
7.50	7.75	102	Roca caliza
7.75	8.00	122	Roca caliza
8.00	8.25	71	Roca caliza
8.25	8.50	70	Roca caliza
			Fin de sondeo

Gráfica de perforación
Eje X tiempo (seg)--Eje Y profundidad (metros)



CCG

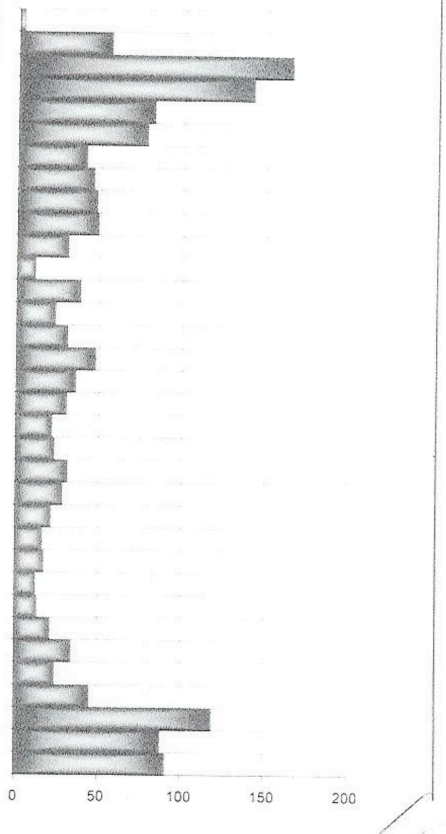
CONTROL DE CALIDAD
Y GEOTECNIA SA DE CV

Reporte de perforación

Obra:	Fracc. Yalku, Lote 183	Sondeo:	4
Localización	Solidaridad, Q. Roo	Nivel Freatico	No se encontró
Cliente:	Grupo Mabor SA de CV	Responsable	Ing. Jaime Juárez Téllez
Fecha	23-Nov-05	Operador	J.F.T.F.

Profundidad, en m		Tiempo	Especificación del material
De	A	(segundos)	
0.00	0.25	3	Tierra vegetal
0.25	0.50	56	Roca caliza
0.50	0.75	165	Roca caliza
0.75	1.00	142	Roca caliza
1.00	1.25	82	Roca caliza
1.25	1.50	78	Roca caliza
1.50	1.75	42	Roca arenisca
1.75	2.00	46	Roca arenisca
2.00	2.25	48	Roca arenisca
2.25	2.50	49	Roca arenisca
2.50	2.75	31	Roca arenisca
2.75	3.00	11	Roca arenisca
3.00	3.25	39	Roca arenisca
3.25	3.50	24	Roca arenisca
3.50	3.75	31	Roca arenisca
3.75	4.00	48	Roca arenisca
4.00	4.25	36	Roca arenisca
4.25	4.50	31	Roca arenisca
4.50	4.75	22	Roca arenisca
4.75	5.00	24	Roca arenisca
5.00	5.25	32	Roca arenisca
5.25	5.50	29	Roca arenisca
5.50	5.75	22	Roca arenisca
5.75	6.00	17	Roca arenisca
6.00	6.25	18	Roca arenisca
6.25	6.50	13	Roca arenisca
6.50	6.75	14	Roca arenisca
6.75	7.00	22	Roca arenisca
7.00	7.25	35	Roca arenisca
7.25	7.50	25	Roca arenisca
7.50	7.75	46	Roca arenisca
7.75	8.00	119	Roca caliza
8.00	8.25	88	Roca caliza
8.25	8.50	91	Roca caliza
			Fin de sondeo

Gráfica de perforación
Eje X tiempo (seg)--Eje Y profundidad (metros)

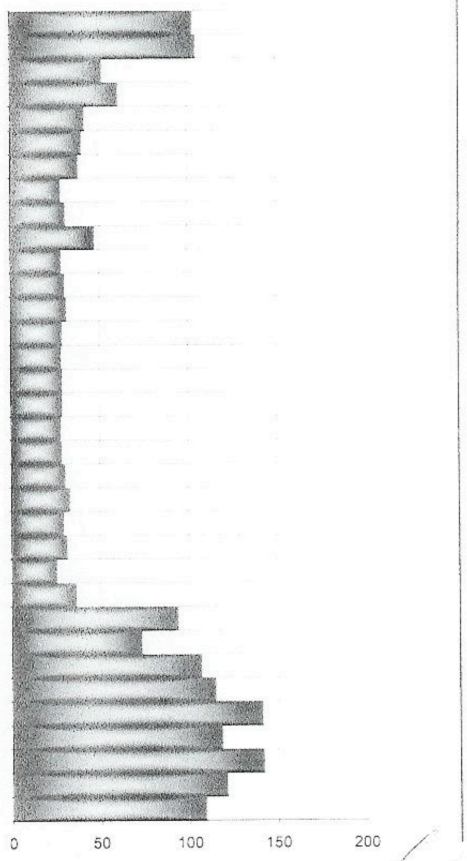


CCG

CONTROL DE CALIDAD
Y GEOTECNIA SA DE CV

Reporte de perforación

Obra:	Fracc. Yalku, Lote 183	Sondeo:	5
Localización	Solidaridad, Q. Roo	Nivel Freatico	No se encontró
Cliente:	Grupo Mabor SA de CV	Responsable	Ing. Jaime Juárez Téllez
Fecha	23-Nov-05	Operador	J.F.T.F.

Profundidad, en m		Tiempo	Especificación del material
De	A	(segundos)	
0.00	0.25	103	Roca caliza
0.25	0.50	105	Roca caliza
0.50	0.75	52	Roca caliza
0.75	1.00	61	Roca caliza
1.00	1.25	42	Roca arenisca
1.25	1.50	41	Roca arenisca
1.50	1.75	39	Roca arenisca
1.75	2.00	29	Roca arenisca
2.00	2.25	31	Roca arenisca
2.25	2.50	48	Roca arenisca
2.50	2.75	29	Roca arenisca
2.75	3.00	31	Roca arenisca
3.00	3.25	32	Roca arenisca
3.25	3.50	29	Roca arenisca
3.50	3.75	29	Roca arenisca
3.75	4.00	29	Roca arenisca
4.00	4.25	29	Roca arenisca
4.25	4.50	28	Roca arenisca
4.50	4.75	29	Roca arenisca
4.75	5.00	31	Roca arenisca
5.00	5.25	33	Roca arenisca
5.25	5.50	30	Roca arenisca
5.50	5.75	32	Roca arenisca
5.75	6.00	26	Roca arenisca
6.00	6.25	37	Roca arenisca
6.25	6.50	94	Roca caliza
6.50	6.75	74	Roca caliza
6.75	7.00	107	Roca caliza
7.00	7.25	115	Roca caliza
7.25	7.50	142	Roca caliza
7.50	7.75	119	Roca caliza
7.75	8.00	142	Roca caliza
8.00	8.25	121	Roca caliza
8.25	8.50	109	Roca caliza
			Fin de sondeo

Gráfica de perforación
Eje X tiempo (seg)--Eje Y profundidad (metros)