

DATOS GEOTÉCNICOS DE CAPACIDAD SOPORTANTE O DE CIMENTACION PARA LA OBRA CIVIL

PROYECTO: Nuevo Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez De Cartago

LOCALIZACIÓN: Provincia: Cartago Cantón: El Guarco Distrito: Tejar

DESARROLLADOR: CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL

PROFESIONAL QUE ELABORA EL ESTUDIO:

Nombre del profesional: Claudio Eugenio Araya Mora

Número de cédula: 1-0969-0986 **Número de colegiado:** IC-15375

Registro SETENA: CI-030-14 Vigencia: Junio del 2019

DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito **Claudio Eugenio Araya Mora**, portador(a) de la cédula de identidad número **1-0969-0986**, profesional en **Ingeniería Civil**, manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: **Nuevo Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez de Cartago**, el cual se desarrollará en el plano catastrado número: **C-1526529-2011**, finca número: **3 085951-000**

En virtud de ello, someto los Datos Geotécnicos de Capacidad de Soporte o de Cimentación para la Obra Civil, al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sean analizados y se constate que los mismos han cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida de estos datos se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada y a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que en caso contrario pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Atentamente,

Ing. C. Eugenio Araya M.
Castro & De La Torre, S.A.
CI-030-14-SETENA

Fecha de emisión: 18 de diciembre de 2018

San José, 18 de Diciembre del 2018.

Señores
CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL

Atn.: **Arq. Jorge Arturo Gómez Duarte**



PROYECTO: "NUEVO HOSPITAL DR. MAXIMILIANO PERALTA JIMÉNEZ DE CARTAGO", UBICADO EN TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.

REFERENCIA: *CONTRATACION DIRECTA N°: 2018CD-000013-4402.*

Estimados Señores:

Se presenta el informe del estudio geotécnico, con formato del SETENA para formulario D-1, realizado en un terreno ubicado en Tejar, en el distrito Tejar, del cantón El Guarco, en la provincia de Cartago, donde se proyecta la construcción del Hospital de Cartago, el cual consistirá en edificaciones de uno, dos, tres, cuatro, siete, ocho y nueve niveles, con un nivel de sótano en algunos sectores, según Contratación Directa N° 2018CD-000013-4402.

Nos solicitaron determinar los lineamientos requeridos desde el punto de vista de la mecánica de suelos, para realizar el diseño estructural de las obras por construir.

Nuestros servicios profesionales han sido efectuados de acuerdo con principios y prácticas de Ingeniería aceptados actualmente.

Asimismo, las recomendaciones de este estudio se encuentran gobernadas por las propiedades físico-mecánicas de los estratos encontrados en los sondeos exploratorios, así como por las condiciones proyectadas del manto freático, y por las características del proyecto.

Quedamos a su disposición para cualquier ampliación, aclaración, o reunión, que estimen conveniente.

Muy atentamente,

**INGENIERO
C. EUGENIO ARAYA M.
IC-15375
CI-030-14-SETENA**

TABLA DE CONTENIDO

1.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS:	5
1.1.- Resumen de resultados:	5
1.2.- Resumen de conclusiones técnicas:	5
2.- INTRODUCCIÓN:	11
2.1.- Datos sobre el terreno en estudio:	11
2.2.- Coordinación profesional realizada:	12
2.3.- Objetivos del estudio:	13
2.4.- Metodología aplicada para llevarlo a cabo:	13
3.- TRABAJO REALIZADO:	20
3.1.- Sondeos:	20
3.2.- Ensayos:	21
3.3.- Coordenadas de ubicación de las perforaciones y sondeos:	23
3.4.- Correlación e interacción con datos de geología del terreno:	25
4.- RESULTADOS GEOTÉCNICOS:	27
4.1.- Perfil estratigráfico del terreno:	27
4.2.- Nivel freático:	28
4.3.- Clasificación unificada de suelos (ASTM D-2487**):	29
4.4.- Pruebas especiales de laboratorio:	32
4.4.1.- Ensayos de Triaxial "UU": <i>Esfuerzos totales</i>	32
4.4.2.- Ensayos de corte directo:	36
4.4.3.- Ensayos de consolidación (edométrico):	39
4.4.4.- Resumen de ensayos especiales de laboratorio:	45
4.5.- Ensayos presiométricos (ASTM D-4719**):	46
4.6.- Resistencia a la compresión simple de testigos de roca (ASTM D-2938**):	46
4.7.- Resumen de parámetros generales para los estratos detectados:	47
5.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS:	48
5.1.- Capacidad de soporte admisible neta del subsuelo:	48
5.2.- Asentamientos:	54
5.2.1.- Análisis de asentamientos para placas aisladas:	54
5.2.2.- Análisis de asentamientos para placas corridas:	56
5.3.- Coeficiente sísmico:	57
5.4.- Conclusiones sobre cimentaciones para las obras:	58
5.5.- Licuefacción bajo sismos:	68
5.6.- Estabilidad local de las obras:	68
5.6.1.- Conformación de taludes en corte:	69
5.6.2.- Taludes temporales para las excavaciones del sótano:	69
5.7.- Pisos de las obras:	70
5.8.- Fuerzas Laterales: (Muros de retención)	73
5.9.- Rellenos:	76
6.- DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE:	76
6.1.- Diseño de espesores de pavimento flexible:	77
6.2.- Diseño de espesores de pavimento rígido:	79
6.3.- Tráfico promedio diario (T.P.D):	80
6.4.- Sondeos de campo para pavimentos:	81

7.- DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO:	85
7.1.- Aplicabilidad de los resultados:	85
7.2.- Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto:	85
7.3.- Incertidumbres no resueltas:	85
7.4.- Viabilidad geotécnica del terreno:	85
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	86
9.- ANEXOS:	87
ANEXO A: Plano Catastrado	88
ANEXO B: Hojas Resumen de Ensayos Especiales de Laboratorio	90
ANEXO C: Ensayos Presiométricos	108
ANEXO D: Ejemplo de Cálculo de Asentamientos	114
ANEXO E: Ejemplo de Cálculo de Pilotes	117
ANEXO F: Hojas de perfiles de perforación	120
ANEXO G: Fotografías de las cajas de rotación	180
ANEXO H: Fotografías de los trabajos de campo	192

1.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS:

1.1.- Resumen de resultados:

De acuerdo con las perforaciones realizadas, en lo que se refiere a la estratigrafía, se concluye que existen rellenos artificiales de suelos cohesivos contaminados con orgánico (capa A), de baja calidad. Debajo de éstos continúa un perfil estratigráfico de suelos cohesivos naturales de sitio constituido por limos plásticos, limos plásticos arenosos, limos arcillosos y limos de alta plasticidad (capas B, C, D, E, F y G). Luego aparece el estrato natural y firme de sitio de lahar (capa H), y finalmente aparece el manto rocoso natural y firme de sitio de lava andesítica (capa I) hasta los 28,40 m de profundidad máxima investigada. (Ver Sección 4.1).

Durante el proceso de perforación se detectó presencia de un nivel freático en la mayoría de las perforaciones realizadas y a partir de los niveles actuales de terreno, en esta época del año. (Ver Sección 4.2).

Se realizó un análisis de asentamientos, para las cargas de los diferentes edificios por construir con diferentes tamaños de placas aisladas y corridas, apoyados a las profundidades recomendadas en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, donde los asentamientos por consolidación se encuentran dentro de lo permisible por los diferentes códigos; con excepción de la zona de los edificios de 8 y 9 pisos, donde se construirá un nivel de sótano, ya que de acuerdo con los cálculos existe una limitante de tamaños de placa. Por lo tanto, para estos casos si las cargas de los edificios no permiten tamaños de placa inferiores a dichas dimensiones, se deberá optar por una cimentación piloteada. (Ver Sección 5.2)

1.2.- Resumen de conclusiones técnicas:

- **Edificaciones de uno y dos pisos:** (Sectores de P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27)

Para cargas unitarias moderadas de las obras de uno y dos pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 10 ton/m² de capacidad de soporte admisible (30 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 0,50 m a 1,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 1,5 m x 1,5 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

- **Edificaciones de tres y cuatro pisos:** (Sectores de P-3, P-4, P-24, P-25 y P-28)

Como primera alternativa, para cargas unitarias moderadas de las obras de tres y cuatro pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 10 ton/m² de capacidad de soporte admisible (30 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 3,0 m x 3,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Optativamente, para cargas unitarias moderadas a pesadas de las obras de tres y cuatro pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m^2 de capacidad de soporte admisible (45 ton/m^2 a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 3,0 m x 3,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

- **Edificaciones de siete pisos:** (Sectores de P-21, P-22 y P-23)

Como primera opción, para cargas unitarias moderadas de las obras de siete pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m^2 de capacidad de soporte admisible (45 ton/m^2 a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Optativamente, para las fundaciones de los edificios de siete pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.3), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 18 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m^2 de capacidad de soporte admisible.

- **Edificaciones de ocho pisos:** (Sectores de P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20)

Como primera alternativa, para cargas unitarias pesadas de las obras por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio de 20 ton/m^2 de capacidad de soporte admisible (60 ton/m^2 a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

Optativamente, para las fundaciones de los edificios de ocho pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.4), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 18 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m^2 de capacidad de soporte admisible.

- **Edificaciones de ocho pisos con sótano:** (Sector de P-20)

Debido a que el edificio llevará un nivel de sótano en el sector de P-20, para lo cual deberán realizar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, a dichos niveles basados en los resultados de las perforaciones realizadas, para cargas unitarias moderadas de las fundaciones de la obra por construir, se puede usar 20 ton/m² de capacidad de soporte admisible (60 ton/m² a la falla), para cimientos corridos de hasta 1,0 m máximo de ancho o aislados de hasta 2,0 m x 2,0 m de lado máximo, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

Alternativamente, para las fundaciones de los edificios de ocho pisos con un nivel de sótano por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.4), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 14 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible.

- **Edificaciones de nueve pisos:** (Sectores de P-5, P-6, P-7 y P-8)

Para cargas unitarias moderadas a pesadas de las obras por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio de 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Optativamente, para las fundaciones de los edificios de nueve pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.5), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 17 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible.

- **Edificaciones de nueve pisos con sótano:** (Sectores de P-5 y P-6)

Debido a que el edificio llevará un nivel de sótano en los sectores de P-5 y P-6, para lo cual deberán realizar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, a dichos niveles basados en los resultados de las perforaciones realizadas, para cargas unitarias moderadas de las fundaciones de la obra por construir, se puede usar 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla), para cimientos corridos de hasta 1,0 m máximo de ancho o aislados de hasta 2,0 m x 2,0 m de lado máximo, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

Notas generales:

Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos principalmente en el sector de P-8, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas.

Debido a que se detectó la presencia de un nivel freático bastante superficial en la mayoría de los puntos investigados, y como se está proponiendo apoyarse debajo de dicha tabla de aguas, se deberán tomar las previsiones del caso para mantenerla abatida durante el proceso de sustitución y/o colado de los pilotes por medio de un sistema de bombeo automático. Además, será de suma importancia colar un grueso sello de concreto apenas terminen de efectuar cada excavación de placa, para así evitar que la subpresión de la tabla de aguas pueda aflojar el fondo arenoso. De no seguir este lineamiento, puede aflojarse el fondo de las excavaciones, debiendo posteriormente sustituir el tramo de suelo que se aflojó con un concreto pobre.

Además, si en algún sector en el fondo de las excavaciones para las placas aparecieran los estratos de alta plasticidad de la capa G, se recomienda que exista debajo de las fundaciones como mínimo 0,75 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para de esta forma ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de contracción y expansión que pueden sufrir dichos suelos con los cambios bruscos de humedad. Aun así, se recomienda evitar filtraciones de agua hacia los suelos que quedarán debajo de las fundaciones.

En los pilotes colados in situ deberá realizarse una cuidadosa limpieza del fondo del agujero, de manera que se eliminen totalmente los sedimentos del fondo. Se advierte que una limpieza inadecuada puede producir asentamientos importantes causados por la compresión de estos sedimentos. (Ver sección 5.4).

Debido a que la topografía del terreno se muestra bastante plana y libre de taludes con fuertes pendientes, no se hace necesario efectuar análisis de estabilidad de taludes, pero se recomienda acomodar lo más posible las obras por construir a la topografía existente y aquellos cortes que generen taludes más fuertes que lo indicado en la sección 5.6.1, o la conformación de rellenos altos, confinarlos con muros de retención o similar, para de esa forma ayudar a disminuir el inicio de movimientos por desplazamientos. (Ver Sección 5.6).

Para los pisos de los edificios por construir, se presentan las siguientes recomendaciones: (Ver sección 5.7).

Edificaciones de uno a cuatro pisos: (Sectores de P-1, P-2, P-3, P-4, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27)

Para los pisos de los edificios de uno a cuatro pisos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A) de baja calidad, el cual tiene entre 0,15 m a 0,90 m de espesor en los sectores de P-1, P-2, P-3, P-4, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27; para luego colocar como mínimo 0,35 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

Edificaciones de tres pisos y siete pisos para parqueos: (Sectores de P-21, P-22, P-23, P-24, P-25 y P-28)

Para los pisos de los edificios de tres y siete pisos para parqueos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A), el cual tiene entre 0,20 m y 0,55 m de espesor en los sectores de P-21, P-22, P-23, P-24, P-25 y P-28, para luego colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y así proceder al colado de las losas de pavimento de 15 cm de espesor, con concreto para 245 kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días de edad (37 kg/cm² de resistencia a la flexión), con revenimiento patrón máximo de 8 cm, usando un agregado de tamaño máximo de 38,1 mm (1½”), debiendo dejar juntas de contracción a cada 2,5 m de separación máxima, y entre ellas colocar dovelas de acero.

Edificaciones de ocho y nueve pisos: (Sectores de P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20)

Para los pisos de los edificios de ocho y nueve pisos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A) de baja calidad, el cual tiene entre 0,15 m a 0,50 m de espesor en los sectores de P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20; para luego colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

Edificaciones de ocho y nueve pisos con sótano: (Sector de P-5, P-6 y P-20)

Para los pisos de las obras por construir, debido a que los edificios llevarán un nivel de sótano, para lo cual requerirán efectuar un corte de 4,0 m aproximadamente, a dichos niveles quedarían expuestos los estratos naturales de sitio de la capa B, sobre los cuales se recomienda colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

En caso de implementar una cimentación piloteada para alguno de los edificios por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

Si en algún sector a nivel de subrasante para los pisos de los edificios afloraran estratos de alta plasticidad de la capa G, se recomienda incrementar el espesor de material granular (lastres o gravas) a 0,75 m de espesor mínimo, el cual deberá cumplir con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para de esta forma ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción que podrán sufrir dichos suelos con los cambios bruscos de humedad. (Ver sección 5.7).

Para el caso de los pisos superficiales recomienda que el nivel de piso terminado quede a una altura mayor a las áreas externas de los jardines o similar, para con ello evitar problemas de humedad y filtración de aguas hacia los pisos y paredes, principalmente tomando en cuenta la presencia de un nivel freático bastante somero. (Ver sección 5.7).

Con respecto a los pisos de las edificaciones con sótano, debido a que se detectó la presencia de un nivel freático bastante superficial en la mayoría de los puntos investigados, se deberá diseñar un sistema de bombeo automático permanente para de esta forma mantener abatido dicho nivel freático y evitar problemas por humedad en pisos y paredes o inundaciones en el sótano. (Ver sección 5.7).

Para el caso de los pavimentos del proyecto, como primera medida para la construcción de este, se deberá remover por completo los espesores de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico, y arcilla expansiva, detectados en los sondeos realizados (Ver sección 6.4), para luego colocar la estructura de pavimento rígido o flexible recomendadas. Además, debido a que la zona en épocas de invierno generalmente presenta alta saturación de los suelos superficiales, a la hora de realizar los cortes para la subrasante de las calles internas del hospital, se recomienda colocar 0,30 m de espesor de un lastrón grueso o piedra bola de 4" a 6", colocando una primera capa de 0,15 m y que la maquinaria pesada lo embeba en los suelos de sitio, para luego colocar la siguiente capa de 0,15 m hasta que la maquinaria "camine" sobre este adecuado relleno (de 0,30 m de espesor total) sin deformaciones importantes. Finalmente, sobre este piso, colocar la estructura de pavimento recomendada. (Ver sección 6).

Se recomienda en el proceso de construcción solicitar los servicios de un técnico en mecánica de suelos, para que pueda revisar los fondos de las excavaciones para las placas, para de esa forma verificar que se están apoyando en los estratos propuestos en este informe. De encontrarse suelos distintos en algún sector, se deberán efectuar algunas perforaciones adicionales, y la revisión profesional correspondiente.

2.- INTRODUCCIÓN:

En nuestro país el desarrollo de proyectos está condicionado a la obtención de una serie de permisos, entre los que se encuentra la licencia y viabilidad ambiental. Todos aquellos proyectos, obras o actividades que impliquen huellas constructivas y movimientos de tierra o actividades que la ley contemple como necesarias deben poseer evaluación ambiental preliminar mediante la elaboración de un formulario D-1 para optar por la Viabilidad Ambiental ante SETENA.

Este procedimiento implica la elaboración de una serie de protocolos técnicos además de los instrumentos de evaluación de impacto ambiental que SETENA solicita. Se presenta en este caso, el protocolo de geotecnia para el proyecto Nuevo Hospital de Cartago.

2.1.- Datos sobre el terreno en estudio:

Los trabajos de campo fueron realizados en un terreno ubicado en la localidad de Tejar, en el distrito Tejar, del cantón El Guarco, de la provincia de Cartago (Ver figura 2.1.1), con número de plano catastrado C-1526529-2011, con 118 883 m² de área, donde se proyecta la construcción del Nuevo Hospital de Cartago, el cual consistirá en edificaciones de uno, dos, tres, cuatro, siete, ocho y nueve niveles, con un sótano.

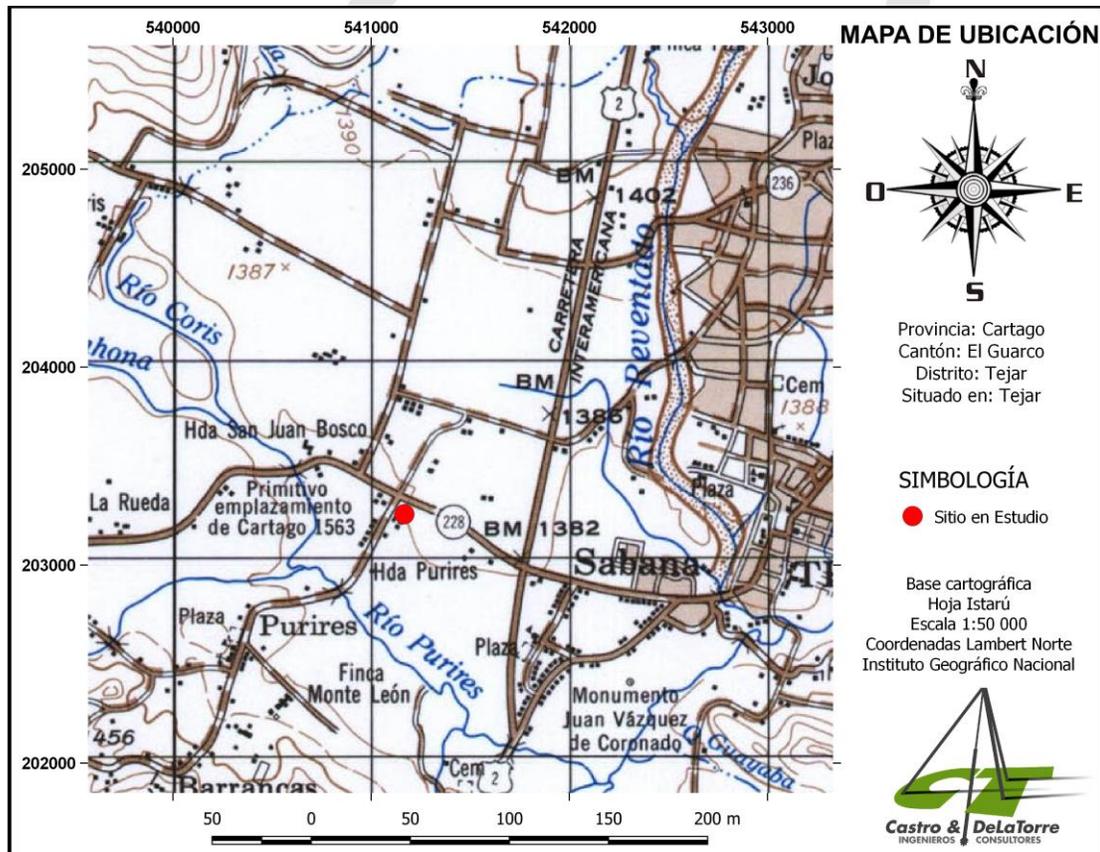


Figura 2.1.1.- Ubicación del proyecto

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

La topografía del terreno donde se proyecta construir la obra se muestra con algunas irregularidades menores, y libre de taludes con fuertes pendientes, por lo que sin aparentes problemas de estabilidad.

El terreno actualmente se encuentra con abundante vegetación (charral). No existen edificaciones en la propiedad, pero se observan edificaciones varias en sus colindancias.



Fotografía 2.1.1.- Vista general del terreno
Fecha: 08/10/2018, Fuente: Luis Aguilar

2.2.- Coordinación profesional realizada:

Nuestra empresa fue contratada por la Caja Costarricense del Seguro Social, para efectuar un estudio geotécnico con formato del SETENA para formulario D-1, según la contratación directa N° 2018CD-000013-4402 (Pre-orden: 116934). Dicha contratación fue adjudicada a nuestra empresa el día 02 de octubre del año en curso, y fue entonces cuando se procedió a programar los trabajos de campo y de oficina.

El trabajo de campo fue realizado del día 8 de octubre al 5 de noviembre del año en curso por los Técnicos Luis Aguilar, Alexander Ureña, Alexander Mora, Fernando González y Omer Ramírez, bajo la dirección del Supervisor Técnico de Perforación, Rafael Rojas. El programa de laboratorio fue ejecutado por los Técnicos Bryan Salazar y Daniel Agüero, bajo la dirección del Quím. Luis Diego Moreira, Supervisor Técnico de Laboratorio.

Nuestros servicios profesionales han sido efectuados de acuerdo con principios y prácticas de Ingeniería aceptados actualmente.

La preparación de este informe fue supervisada por el Ing. Eugenio Araya, Gerente Técnico de Laboratorio; y por el Gerente General de la empresa.

2.3.- Objetivos del estudio:

- ✓ Determinar la estratigrafía y capacidad del subsuelo para apoyar la toma de decisiones sobre el proyecto.
- ✓ Brindar recomendaciones en base a los diferentes problemas de aplicación a la ingeniería, en lo que se refiere a la construcción de obras civiles, principalmente las fundaciones y otros aspectos importantes.

2.4.- Metodología aplicada para llevarlo a cabo:

Las perforaciones realizadas se llevaron a cabo mediante el sistema de penetración estándar (norma internacional ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) [Ver figura 2.4.1], llevando el registro continuo del valor de "N", tomando muestras cada 0,45 m; para luego ser llevadas al laboratorio, y por medio del sistema de perforación a rotación con broca de diamante de acuerdo a la norma internacional ASTM D-2113 (Instrucción de Ensayo IE-32*), para de esa forma lograr extraer núcleos de los materiales a los cuales se les efectuó la respectiva descripción litológica y se llevó el registro del porcentaje de recuperación así como de RQD.

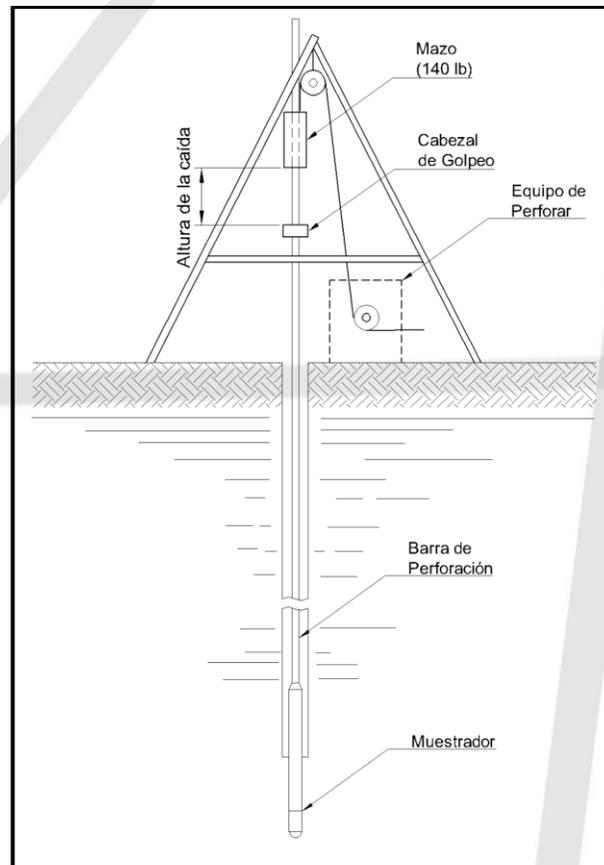


Figura 2.4.1.- Esquema de la Prueba de Penetración Estándar (SPT)

El sistema de penetración estándar, SPT (Standard Penetration Test), consiste en recolectar muestras alteradas de los estratos del subsuelo de sitio, por medio de liners de bronce, los cuales se introducen en un muestreador de acero, el mismo se adjunta a una barra de acero y la misma es hincada por medio de un mazo de 140 lb de peso, que cae desde una altura de 0,76 m; extrayendo las muestras de suelo cada 0,45 m; en 3 tramos de 0,15 m cada uno, y contando el número de golpes de cada tramo, para luego obtener el valor de N_{spt} , que es la suma del número de golpes de los dos últimos tramos y de esa forma relacionar este valor del N_{spt} y las características de resistencia de los suelos y sus propiedades físicas.

Cuando los suelos son muy duros y se necesita perforar hasta una determinada profundidad, en lugar de usar el sistema de penetración estándar, se utilizan los trépanos de punta de acero (cono dinámico), para llegar a las profundidades necesarias, verificar la continuidad de soporte de los estratos, y traspasar estratos que contienen piedras pequeñas, para luego continuar con el sistema de perforación estándar, en algunos casos cuando el trépano de punta no sirve para traspasar los estratos duros, se utilizan perforaciones a rotación con diamante.

El sistema de rotación con diamante consiste en máquinas (Beretta, Comacchio y TMG STR-183 en este caso), que hacen rotar barriles de doble tubo de diámetro según sea requerido, a las cuales se les coloca en una de las puntas una broca de diamante, con variedad de brocas de diamante para estratos blandos, regulares o de alta dureza, para con ello lograr mejores recuperaciones. Las longitudes de los barriles pueden ser de 1,5 m (utilizado para el proyecto) y 3,0 m; pudiendo avanzar hasta lograr dichas longitudes de los barriles, o cuando el alma está llena, se introduce un pescador de alma y se extrae la misma con los testigos de núcleos recuperados en su interior, los cuales se sacan y acomodan en cajas de madera con sus respectivas divisiones de los intervalos perforados, para que luego un especialista en geotecnia o geología pueda efectuar la respectiva descripción litológica de la perforación.

Adicionalmente, se toman de forma intercalada donde la matriz de los estratos lo permitían muestras alteradas por medio de tubos liners de bronce, los cuales se introducen en un muestreador de acero, extrayendo las muestras de suelo cada 0,45 m; en 3 tramos de 0,15 m cada uno, y contando el número de golpes de cada tramo, para luego obtener el valor de N_{spt} , que es la suma del número de golpes de los dos últimos tramos y de esa forma relacionar este valor del N_{spt} y las características de resistencia de los suelos y sus propiedades físicas.

Para que la perforación a rotación se pueda realizar de forma adecuada, se usan lodos (bentonita) o agua limpia, como agentes de enfriamiento de las brocas durante el proceso de rotación.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



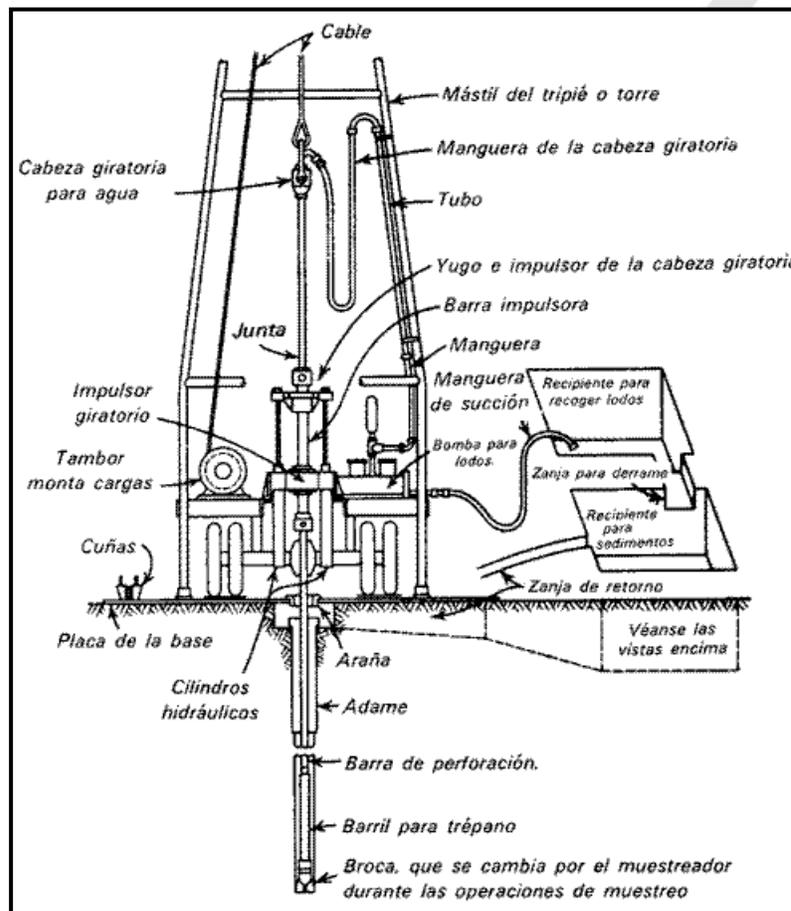


Figura 2.4.2.- Esquema del Sistema de Rotación con Diamante

Los liners de bronce conservan la humedad natural de las muestras extraídas, hasta que son llevadas al laboratorio y se sacan de los mismos, para practicar ensayos tales, como:

- Compresión inconfiada (cohesión) (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)
- Densidad seca (ASTM D-2937**)
- Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
- Límites de Atterberg (ASTM D-4318, Instrucción de ensayo IE-15*)
- Análisis granulométrico (ASTM D-1140**)

Adicionalmente, se extrajeron algunas muestras inalteradas del suelo mediante tubos Shelby contiguo a las perforaciones, para la realización de ensayos especiales de laboratorio tales como:

- Triaxial UU (ASTM D-2850**)
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D-3080**)
- Ensayo de consolidación (ASTM D-2435**)

Ensayos que son realizados de acuerdo con las normas internacionales vigentes a la fecha, ASTM y AASHTO.

Adicionalmente se efectuaron pruebas de presiómetro de acuerdo con la norma de referencia ASTM D-4719-87** en algunas de las perforaciones. La prueba presiométrica es un ensayo de carga estática del terreno que se realiza "in situ" a una profundidad de prueba en un pozo perforado previamente dentro de un suelo o masa rocosa o conduciendo directamente el equipo dentro de la misma. El método depende de las características de los materiales (perforación a rotación en nuestro caso). Básicamente, consiste en la expansión radial de una camisa cilíndrica de caucho que se encuentra dentro de un sondeo aplicando presiones o volúmenes de agua crecientes, con una velocidad de carga acorde al tipo de terreno a ensayar.

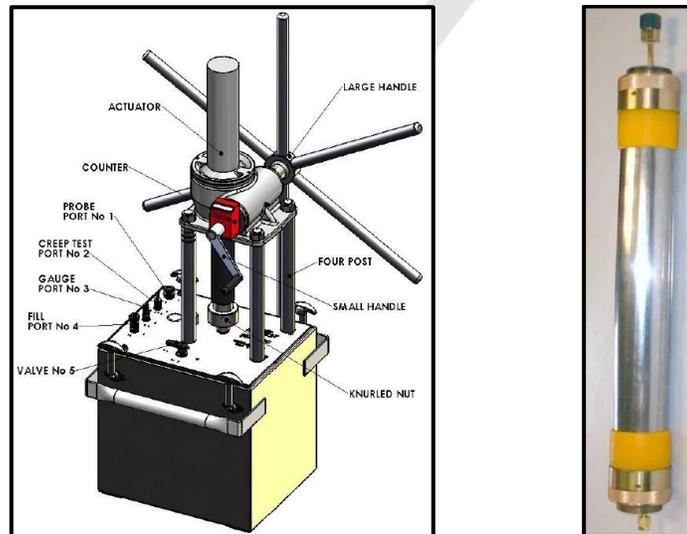


Figura 2.4.3.- Izquierda: Equipo Presiométrico Texan de Roctest utilizado en ensayos realizados, Derecha: Sonda de expansión radial.

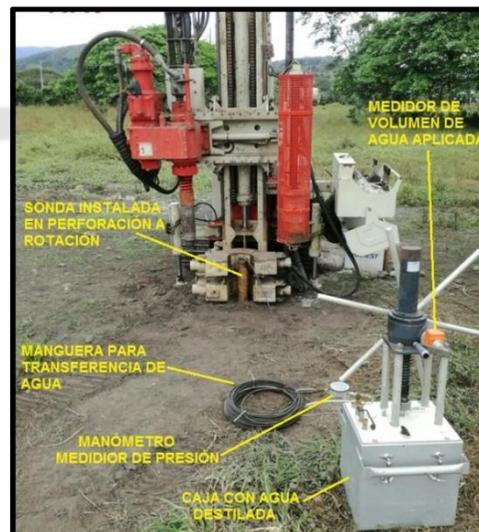


Figura 2.4.4.- Instalación de equipo para prueba presiométrica dentro del hueco de perforación a rotación.

Con los datos de volumen y presión se puede preparar el diagrama deformación-presión como se muestra en el siguiente gráfico obtenida de una prueba presiométrica.

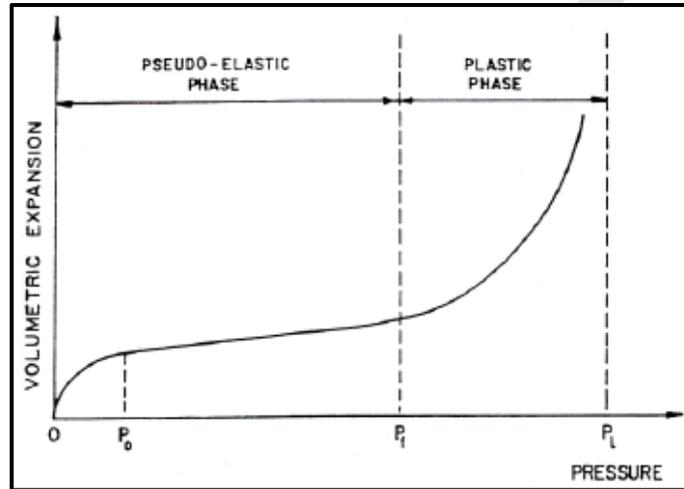


Figura 2.4.5.- Curva volumen vs presión.

En términos de presiones se distingue:

- P_0 : Presión a la que la camisa se adapta totalmente a la pared del sondeo.
- P_1 : Presión a la que el terreno deja de comportarse elásticamente. Se llama **presión de fluencia**.
- P_L : Presión a la que el terreno se cizalla y no admite ningún incremento de presión. Se llama **presión límite**.

En términos de desplazamientos se tienen los siguientes parámetros homólogos:

- R_0 : Incremento de radio para el cual la camisa de caucho está totalmente en contacto con el terreno.
- R_1 : Incremento de radio correspondiente al inicio de la plastificación del terreno.
- R_L : Incremento de radio correspondiente al cizallamiento del terreno.

La principal dificultad que se plantea en los ensayos presiométricos es que, en la mayor parte de los presiómetros, durante el ensayo no se mide directamente el radio del sondeo en el que se hace el ensayo; sino el radio interno de la camisa presiométrica r_i . De esta forma la rigidez que se mide no es la del terreno sino la del sistema formado por la camisa del presiómetro y el terreno.

Para calcular la rigidez del sistema camisa-terreno es preciso conocer las propiedades elásticas de la camisa de caucho y disponer de las formulaciones que relacionan la distribución de presiones y desplazamientos del sistema durante la realización del ensayo. Con este fin se realizan las siguientes calibraciones.

Calibración en vacío: Permite determinar la presión consumida para hinchar la camisa.

Calibración en tubo: Permite conocer la compresión sufrida por la camisa al someterla a altas presiones.

Una vez conocidas las propiedades de la camisa, es posible realizar ensayos presiométricos de gran precisión y fiabilidad. En la siguiente figura se presenta la calibración en una camisa en vacío y en tubo.

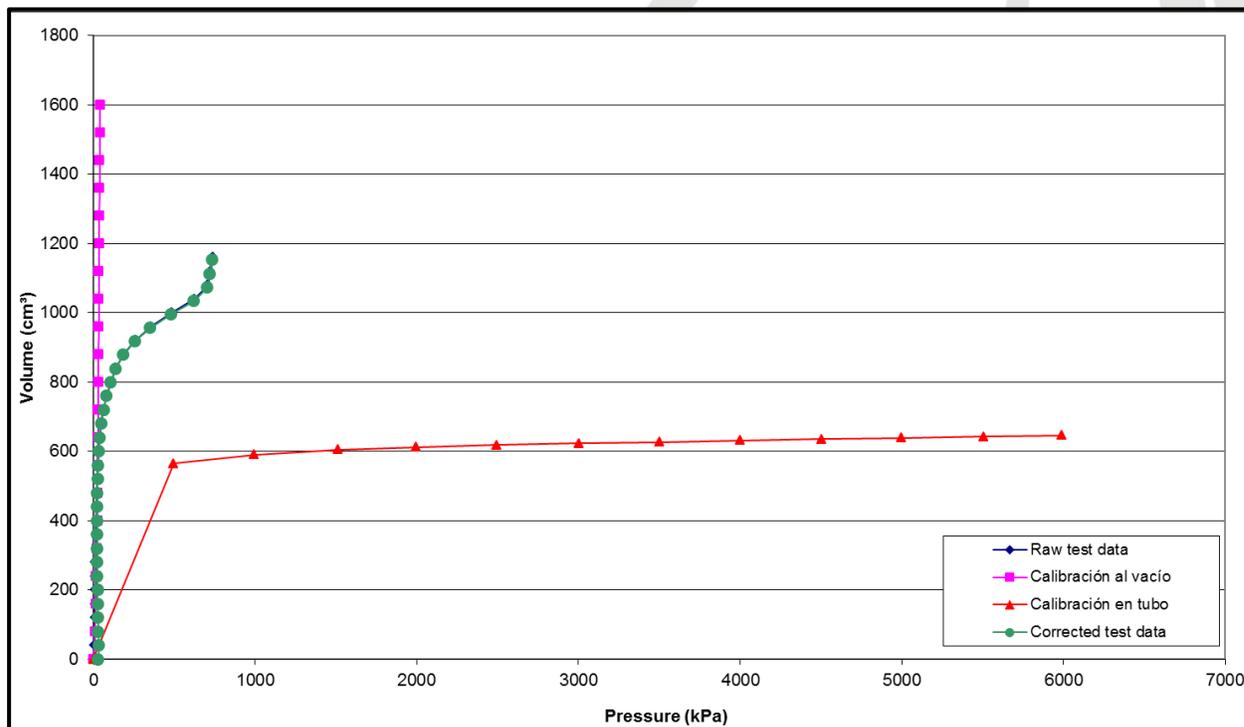


Figura 2.4.6.- Calibración de una sonda presiométrica.

Además, la interpretación de la curva permite correlacionar con algunos otros parámetros característicos del terreno como K_0 = coeficiente de empuje en reposo y el módulo presiométrico E_m . Donde la presión límite se utiliza para el cálculo de capacidad y el módulo presiométrico para el cálculo de asentamientos principalmente en nuestros informes (como una forma de verificación de parámetros a asignar).

En la siguiente tabla se indican algunos valores orientativos de módulos presiométricos y presiones límites para distintos tipos de suelos.

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Figura #2.4.7.- Valores orientativos del presiómetro.

Como un complemento se instalaron piezómetros en algunas de ellas para mantener un monitoreo de la posición del nivel freático.

También, se tomaron testigos de los mantos rocosos detectados en las perforaciones efectuadas para determinar el esfuerzo de compresión simple de los mismos (ASTM D-2938**).

Además, se efectuaron sondeos manuales en el campo para determinar la estratigrafía existente en el área pavimentos del proyecto, tomando muestras alteradas para efectuar límites de Atterberg (ASTM D-4318, Instrucción de ensayo IE-15*), graduación (Documento Interno: IE-13 e IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117), clasificación unificada** (Norma Internacional ASTM D-2487), Próctor estándar* (Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99) y nueve CBR (Valor de CBR* a 0,254 cm de penetración, Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883), y en base a dicha información se procedió a realizar los diseños de espesores de pavimento rígido y flexible, siguiendo la metodología de la AASHTO del año 1993.

3.- TRABAJO REALIZADO:

Nos solicitaron efectuar inicialmente veinticinco (25) perforaciones mediante la metodología de perforación a percusión estándar, SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) tomando muestras a cada 0,45 m de profundidad, y por medio del sistema de rotación con broca de diamante de acuerdo a la norma internacional ASTM D-2113 (Instrucción de Ensayo IE-32*), para de esa forma lograr extraer núcleos de los materiales a los cuales se les efectuó la respectiva descripción litológica, se llevó el registro del porcentaje de recuperación así como de RQD y se tomaron de forma intercalada donde la matriz de los estratos lo permitían muestras alteradas por medio de tubos liners de bronce; las cuales fueron ubicadas en sitio según plano adjunto.

Sin embargo, por aspectos de disponibilidad de metros dado que en algunas perforaciones no se requirió del sistema de perforación a rotación para alcanzar las profundidades estipuladas en el cartel de contratación, al final se realizaron un total de veintiocho (28) perforaciones.

Además, se efectuaron nueve sondeos manuales en el campo para determinar la estratigrafía existente en el área pavimentos del proyecto, tomando muestras alteradas para efectuar ensayos de laboratorio, y en base a dicha información realizar los diseños de espesores de pavimento.

3.1.- Sondeos:

Las profundidades alcanzadas en cada sondeo exploratorio se presentan en la siguiente tabla 3.1.1 y su ubicación puede observarse en la figura 3.1.1.

Tabla 3.1.1. Sondeos exploratorios y su profundidad respectiva

Sondeo	Profundidad (m)	Sondeo	Profundidad (m)
P-1	6,30	P-15	6,30
P-2	10,35	P-16	20,00
P-3	13,05	P-17	6,30
P-4	20,50	P-18	26,00
P-5	27,90	P-19	26,00
P-6	27,90	P-20	26,00
P-7	27,90	P-21	23,00
P-8	28,35	P-22	23,00
P-9	26,60	P-23	23,85
P-10	26,60	P-24	20,00
P-11	26,45	P-25	20,00
P-12	25,50	P-26	28,40
P-13	6,00	P-27	28,20
P-14	15,50	P-28	21,00

RM= Rebote de mazo en el estrato natural y firme de sitio.

3.2.- Ensayos:

A las muestras obtenidas del proceso de perforación con el sistema de perforación estándar se les procedió a realizar los siguientes ensayos:

- Compresión inconfiada (cohesión) (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)
- Densidad seca (ASTM D-2937**)
- Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
- Límites de Atterberg (ASTM D-4318, Instrucción de ensayo IE-15*)
- Análisis granulométrico (ASTM D-1140**)

Adicionalmente, se extrajeron algunas muestras inalteradas del suelo mediante tubos Shelby contiguo a las perforaciones, para la realización de ensayos especiales de laboratorio tales como:

- Ensayo de Corte Directo (ASTM D-3080**)
- Ensayo de consolidación (ASTM D-2435**)
- Triaxial UU (ASTM D-2850**)

Los resultados obtenidos de las muestras ensayadas fueron analizados en el departamento de ingeniería de acuerdo con técnicas adecuadas, y procediendo a la redacción del presente informe.

Como un complemento se efectuaron cinco pruebas de presiómetro (ASTM D-4719**) a diferentes profundidades en las perforaciones realizadas y se instalaron piezómetros en algunas de ellas para mantener un monitoreo de la posición del nivel freático.

También, se tomaron testigos de los mantos rocosos detectados en las perforaciones efectuadas para determinar el esfuerzo de compresión simple de los mismos (ASTM D-2938**).

De los sondeos realizados se tomaron muestras alteradas para efectuar límites de Atterberg (ASTM D-4318, Instrucción de ensayo IE-15*), graduación (Documento Interno: IE-13 e IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117), clasificación unificada** (Norma Internacional ASTM D-2487), Próctor estándar* (Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99) y nueve CBR (Valor de CBR* a 0,254 cm de penetración, Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883), y en base a dicha información se procedió a realizar los diseños de espesores de pavimento rígido y flexible, siguiendo la metodología de la AASHTO del año 1993.



Figura 3.1.1. Imagen de ubicación de las perforaciones y sondeos

3.3.- Coordenadas de ubicación de las perforaciones y sondeos:

Para una mejor referencia se tomaron las medidas aproximadas de ubicación de las pruebas por medio del sistema de GPS, cuyas coordenadas se detallan a continuación:

Tabla 3.3.1. Coordenadas CRTM-05 de perforaciones:

Perforación/Sondeo	Coordenadas CRTM-05	
	Longitud	Latitud
P-1	505141,81	1088450,90
P-2	505113,85	1088387,49
P-3	505086,00	1088324,15
P-4	505058,07	1088260,92
P-5	505078,44	1088430,97
P-6	505064,40	1088399,15
P-7	505050,35	1088367,32
P-8	505036,52	1088335,75
P-9	505005,26	1088267,88
P-10	504973,61	1088282,04
P-11	504941,83	1088295,93
P-12	504910,07	1088309,71
P-13	504953,48	1088255,65
P-14	504861,00	1088319,50
P-15	504760,49	1088339,38
P-16	504697,13	1088367,28
P-17	504776,72	1088376,19
P-18	504912,23	1088398,15
P-19	504943,92	1088384,29
P-20	504975,56	1088370,26
P-21	504758,78	1088471,15
P-22	504790,38	1088457,37
P-23	504821,94	1088443,38
P-24	505009,37	1088458,02
P-25	505037,20	1088521,38
P-26	504868,88	1088416,76
P-27	504803,35	1088320,08
P-28	504993,83	1088421,41

Tabla 3.3.2. Coordenadas CRTM-05 de sondeos:

Perforación/Sondeo	Coordenadas CRTM-05	
	Longitud	Latitud
S-1	505167,52	1088474,51
S-2	505115,36	1088314,19
S-3	504899,54	1088256,51
S-4	504983,99	1088327,80
S-5	504909,19	1088367,89
S-6	505094,52	1088525,83
S-7	504884,48	1088442,86
S-8	504807,68	1088390,33
S-9	504710,65	1088446,82

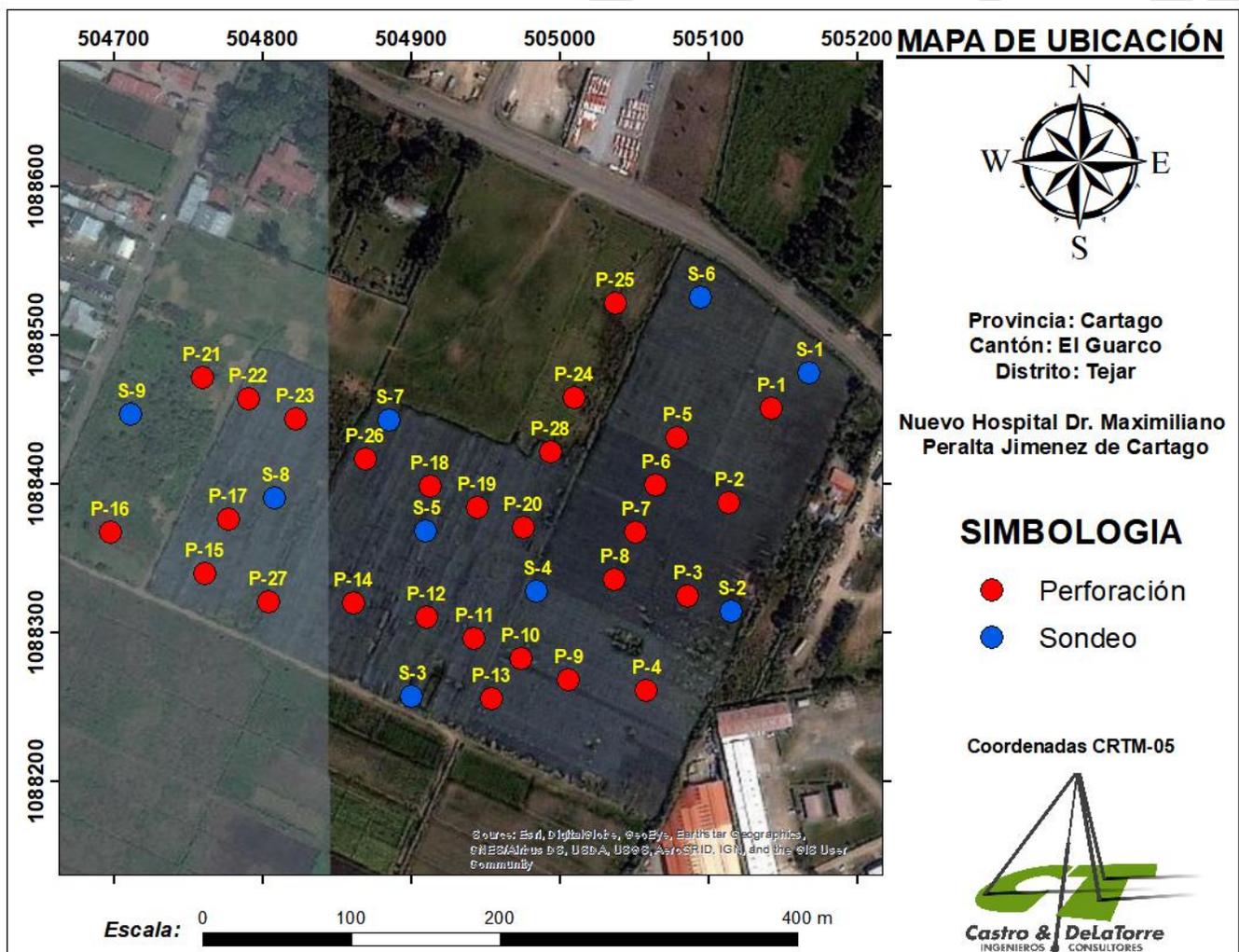


Figura 3.3.1. Imagen satelital de ubicación de las perforaciones y sondeos

3.4.- Correlación e interacción con datos de geología del terreno:

La geología de los alrededores de Tejar del Guarco y Aguacaliente de Cartago está dominada por materiales epiclásticos, aluviales con rocas sedimentarias y volcánicas de basamento, principalmente con la presencia de la formación Reventado y Coris. Según Krushensky (1970), en esta zona afloran la Fm. Peña Negra, Fm. San Miguel, Fm. Coris, y unos Depósitos Fluviolacustres y flujos de lodos.

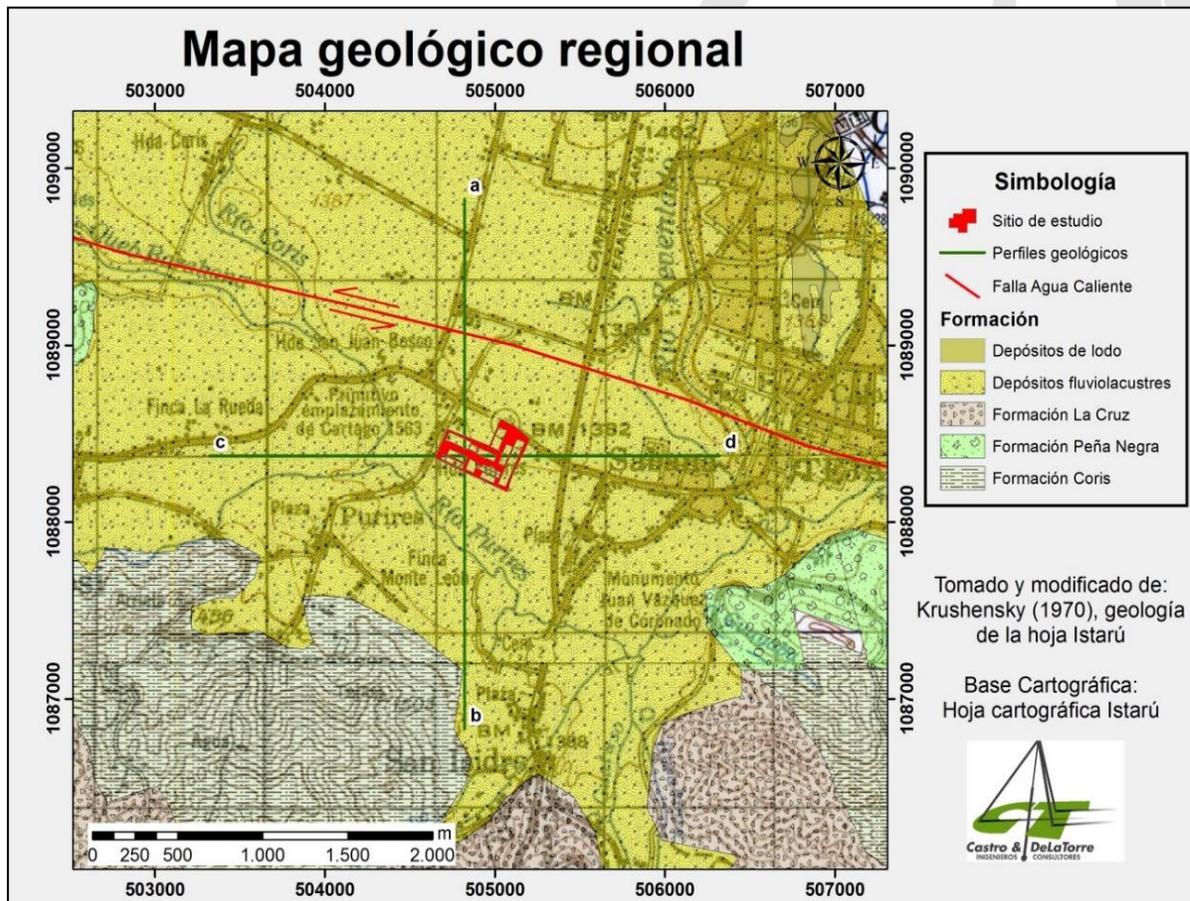


Figura 3.4.1. Mapa geológico de la zona

Formación Peña Negra

Krushensky (1970) clasificó estas rocas como parte de la Formación Terraba, sin embargo, Montero & Kruse, (2006) consideran que pertenecen a la Formación Peña Negra, la cual consiste de areniscas medias, finas y lutitas color gris, verde oscuro y verde claro a blanco, que cruzan los Cerros de la Carpintera, y forman una colina aislada al sur de Tejar. Presenta una estratificación normalmente en rangos de 3 mm de espesor hasta capas de 3 cm de espesor. En afloramientos muy meteorizados se observan fracturas afectando a areniscas muy finas con menos matriz arcillosa.

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

Formación Coris

Esta formación aflora al NW de Coris, entre Bermejós y Quebradillas, en una pequeña colina al sur de Tejar, al oeste de Hervidero, y al sur de Tobosi. Consiste en areniscas arcillosas y lutitas de color rojo a amarillo, (Krushensky, 1970). Localmente la roca se compone de areniscas cuarzosas bien sorteadas, de grano medio y color blanco a gris amarillento o púrpura. El contenido de arcilla es como máximo de 40%, y se compone de litoclastos de origen volcánico. El espesor de esta formación es de 380 m, con laminaciones muy bien estratificadas.

Formación San Miguel

Esta formación aflora entre Bermejo y Quebradilla, al oeste de Coris, y en una pequeña colina al sur de Tejar, se compone de una caliza cristalina fina a media, de color gris pálido azulado en superficies sanas, y color claro en superficies meteorizadas, (Krushensky, 1970). Presenta planos de estratificación comúnmente ondulados, generalmente se encuentran Péctenes.

Formación Reventado Superior

Se trata de una serie de coladas de lava andesítica augítica grises, bastante aféricas y, algunas veces vesiculares, interestratificados con lahares café claro ligera a profundamente meteorizados y capas de ceniza y tobas ligeramente lapillíticas.

Depósitos Fluviolacustres

Estos depósitos fluviolacustres consisten en arenas finas y limos que se extienden desde el Oeste del Río Reventado y al Sur de los Cerros de la Carpintera, también comprende las gravas, arenas y limos del Valle de Ujarrás, que son menos extensos cubriendo aproximadamente 10 km² y hasta la unión de los ríos Agua Caliente y Navarro (Krushensky, 1970).

Estos depósitos son inconsolidados (Cuaternario) y generalmente bien estratificados, y localmente bien sorteados con grava, arena y limo. Los fragmentos de roca que contienen estos depósitos poseen una forma subredondeada a bien redondeada que se correlacionan con las formaciones Aguacate, Reventado, Sapper, Birrís y Cervantes, (Krushensky, 1970).

Aluvión de Cartago

Se denomina así a un depósito coluvio aluvial de pie de monte formado por limos, arenas y gravas sin selección ni estratificación.

El análisis geológico local demuestra que el sitio de construcción del proyecto se localiza sobre sedimentos fluviolacustres no consolidados. Principalmente, sedimentos recientes compuestos por materiales arenosos hasta arcillosos. Los depósitos recientes son tipo aluvial producto de la dinámica fluvial del río Coris, que consisten en sedimentos arenosos hasta la presencia de arcillas, en las capas superiores se observa la presencia de bloques subredondeados de tamaño máximo 10 cm los mismos se encuentran en un 25% a 35% con respecto a la matriz.

4.- RESULTADOS GEOTÉCNICOS:

4.1.- Perfil estratigráfico del terreno:

Los que se refieren a las pruebas de laboratorio, se muestran en las hojas de perfil de perforación que se adjuntan a este informe en el anexo E y que se resumen en las tablas 4.3.1 y 4.3.2. En general el perfil de suelo detectado en las veintiocho (28) perforaciones realizadas y su clasificación por consistencia de acuerdo con Terzaghi y Peck y la descripción litológica de los estratos rotados es el siguiente:

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
A	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
B	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
C	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a orgánico y piedras.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
D	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
E	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzas.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
F	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Turba de limo arcilloso y limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
G	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos.

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
H	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos poco meteorizados (relación de matriz/bloque 70/30)

CAPA	Perforación/Profundidad	Descripción
I	Ver hojas de perfiles de perforación, Anexo E.	Lavas brechificada de composición andesítica fracturadas con pátinas de meteorización, Formación Reventado.

4.2.- Nivel freático:

Durante el proceso de perforación se detectó presencia de un nivel freático en la mayoría de las perforaciones realizadas, a las profundidades indicadas en la siguiente tabla, y a partir de los niveles actuales de terreno, en esta época del año.

Las condiciones freáticas de cada perforación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.2.1. Profundidad del nivel freático:

Sondeo	Profundidad a la que aparece el nivel freático (m)	Profundidad a la que estabiliza el nivel freático (m)	Sondeo	Profundidad a la que aparece el nivel freático (m)	Profundidad a la que estabiliza el nivel freático (m)
P-1	4,95	3,10	P-15	ND	----
P-2	ND	----	P-16	2,25	0,70
P-3	6,30	1,50	P-17	0,45	0,45
P-4	ND	----	P-18	4,05	1,00
P-5	2,70	0,40	P-19	3,55	2,65
P-6	3,15	0,25	P-20	1,40	0,40
P-7	3,60	0,40	P-21	2,25	1,20
P-8	5,10	0,80	P-22	3,50	0,40
P-9	1,80	4,00	P-23	3,60	0,50
P-10	0,60	0,60	P-24	0,50	0,50
P-11	ND	----	P-25	2,60	0,50
P-12	0,55	0,55	P-26	4,65	1,40
P-13	2,25	0,50	P-27	9,00	2,52
P-14	3,20	3,20	P-28	1,80	0,60

ND: No se detectó nivel freático.

Para que se pueda tener un monitoreo de la variación del nivel de la tabla de aguas durante los siguientes meses, hemos dejado instalados piezómetros en los sectores de las perforaciones P-9, P-16 P-20, P-22 y P-25, por medio de lo cual podrán a futuro realizar lecturas periódicas de control de la posición de la tabla de aguas.

4.3.- Clasificación unificada de suelos (ASTM D-2487**):

Basado en las pruebas de laboratorio y en la observación visual de las muestras extraídas y ensayadas, se clasifican los suelos encontrados de la siguiente forma:

Tabla 4.3.1. Resultados de límites de Atterberg: (Perforaciones P-1 a P-13)

Capa	B	C	D	E	F	G
Límites de Atterberg:						
ASTM D-4318						
Instrucción de ensayo IE-15*						
Límite líquido	58	49	58	104	200	96
Índice plástico	13	15	25	46	70	58
Límite contracción, %	7	7	9	19	25	22
Granulometría:						
ASTM D-1140**						
Malla	% pasando					
4,75 mm (#4)	86	95	100	100	85	100
0,425 mm (#40)	67	72	92	98	51	98
0,075 mm (#200)	51	51	38	97	38	90
Contenido de arena %	49	49	62	3	62	10
Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	ML-SM	MH-SM	MH	MH-SM-OH	CH

Carta de Plasticidad - Clasificación SUCS

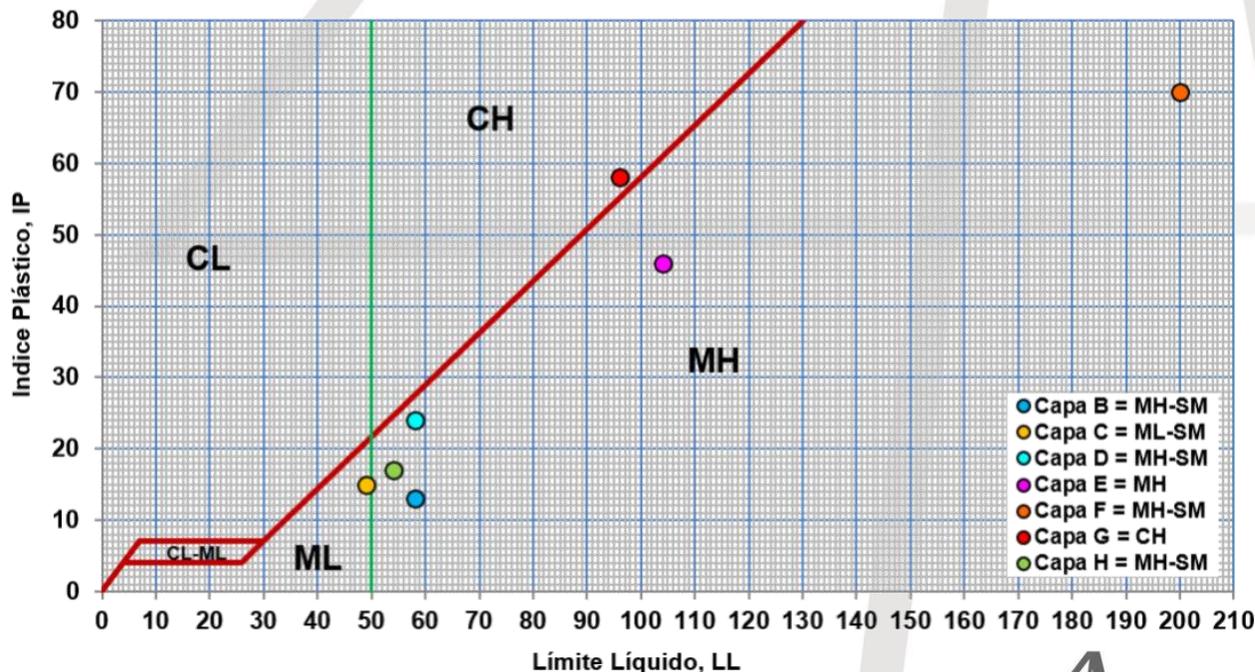


Gráfico 4.3.1. Resultados de límites de Atterberg

Tabla 4.3.2. Resultados de límites de Atterberg: (Perforaciones P-14 a P-28)

Capa	B	C	D	F	G
Límites de Atterberg:					
ASTM D-4318					
Instrucción de ensayo IE-15*					
Límite líquido	59	45	44	181	81
Índice plástico	18	9	10	45	46
Límite contracción, %	8	5	2	18	19
Granulometría:					
ASTM D-1140**					
Malla	% pasando				
4,75 mm (#4)	94	94	96	90	100
0,425 mm (#40)	74	75	85	60	97
0,075 mm (#200)	59	53	61	44	87
Contenido de arena %	41	47	39	56	13
Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	ML-SM	ML-SM	MH-SM-OH	CH

Carta de Plasticidad - Clasificación SUCS

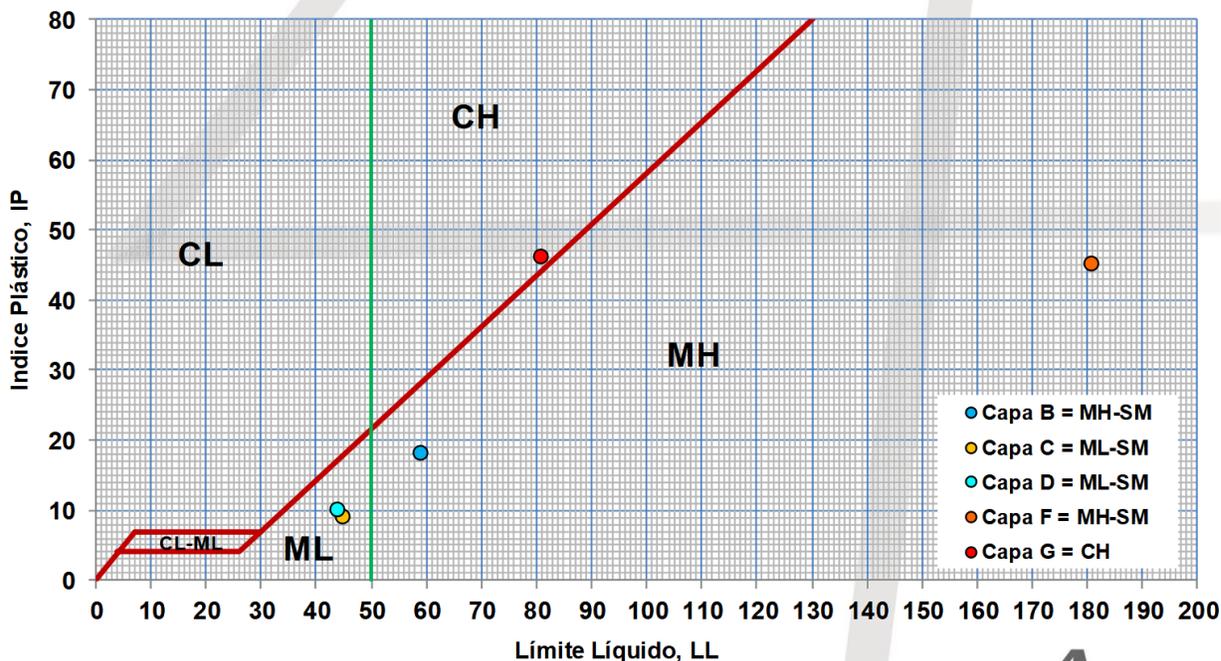


Gráfico 4.3.2. Resultados de límites de Atterberg

4.4.- Pruebas especiales de laboratorio:

A las muestras obtenidas del proceso de perforación por medio de liners de bronce se les procedió a realizar ensayos de Triaxial UU (ASTM D-2850**). Adicionalmente, se extrajeron algunas muestras inalteradas del suelo mediante tubos Shelby contiguo a las perforaciones, para la realización de ensayos de Corte Directo (ASTM D-3080**), y ensayos de consolidación (ASTM D-2435**).

4.4.1.- Ensayos de Triaxial "UU": Esfuerzos totales

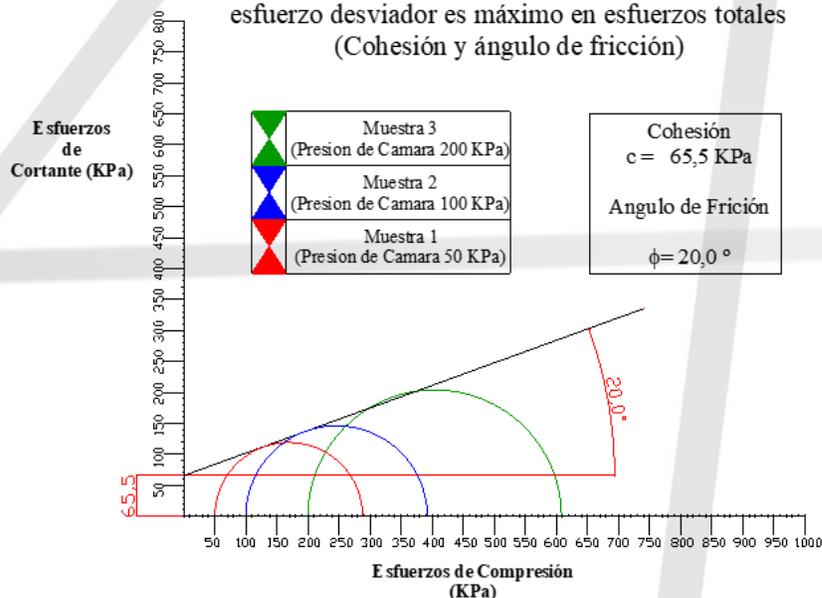
Se realizaron un total de 5 ensayos triaxiales UU (ASTM D-2850**), cuyos resultados y gráficos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4.4.1.1. Resultados de ensayo triaxial #1: (P-4_ 0,50 m a 0,95 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Espécimen #	Presiones de cámara (KPa)	Ø	C (Kg/cm ²)
1	P-4	0,50 a 0,95	1	50	20,0	0,67
			2	100		
			3	200		

Gráfico de ensayo triaxial UU

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



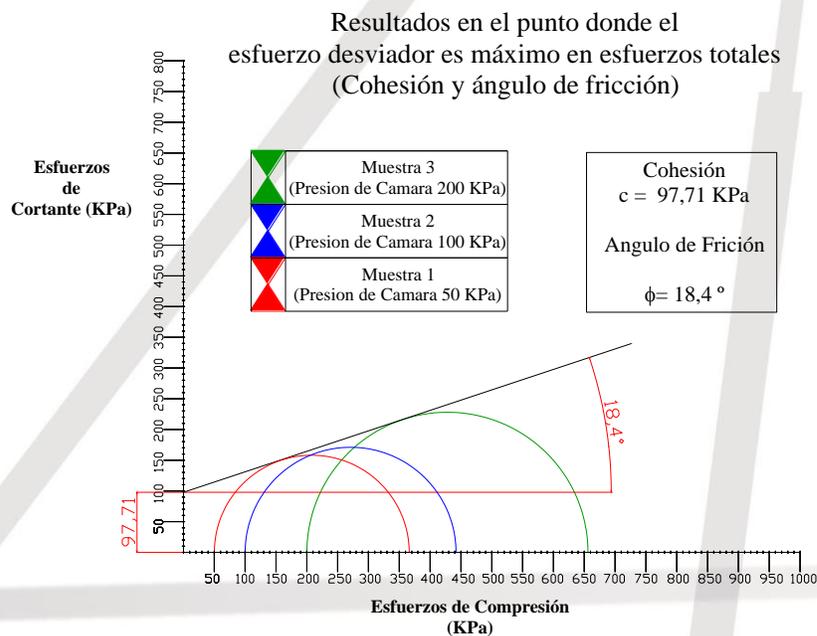
Nomenclaturas:

Ø= Ángulo de fricción interna total (°)
C= Cohesión (Kg/cm²)

Tabla 4.4.1.2. Resultados de ensayo triaxial #2: (P-11_ 8,40 m a 8,90 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Espécimen #	Presiones de cámara (KPa)	Ø	C (Kg/cm ²)
2	P-11	8,40 a 9,90	1	50	18,4	1,00
			2	100		
			3	200		

Gráfico de ensayo triaxial UU



Nomenclaturas:

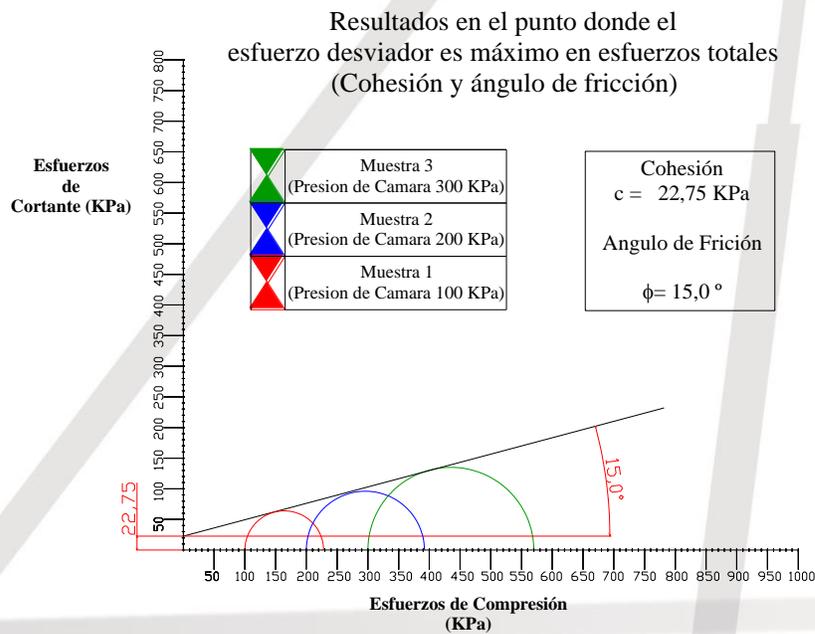
Ø= Ángulo de fricción interna total (°)

C= Cohesión (Kg/cm²)

Tabla 4.4.1.3. Resultados de ensayo triaxial #3: (P-18_ 11,50 m a 11,70 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Espécimen #	Presiones de cámara (KPa)	Ø	C (Kg/cm ²)
3	P-18	11,50 a 11,70	1	100	15,0	0,23
			2	200		
			3	300		

Gráfico de ensayo triaxial UU



Nomenclaturas:

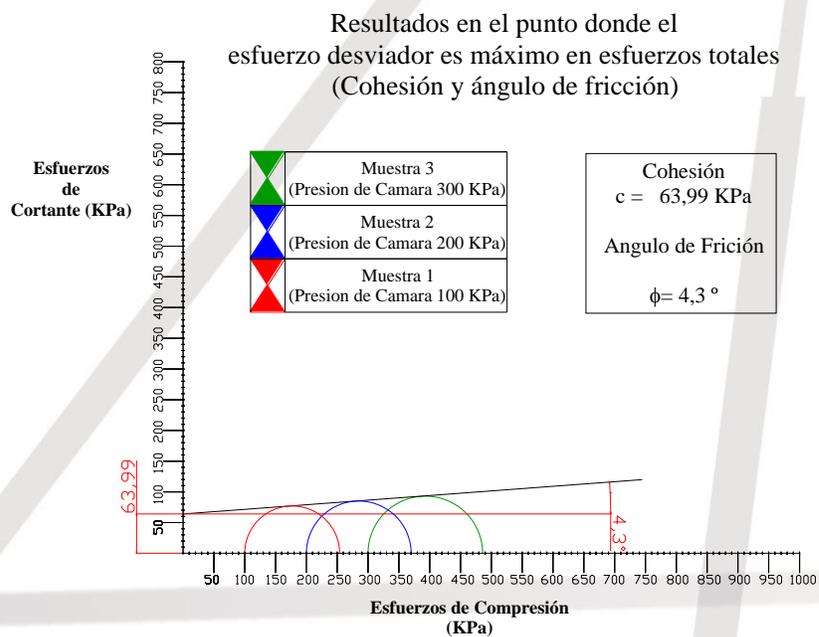
Ø= Ángulo de fricción interna total (°)

C= Cohesión (Kg/cm²)

Tabla 4.4.1.4. Resultados de ensayo triaxial #4: (P-18_ 11,70 m a 11,90 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Espécimen #	Presiones de cámara (KPa)	Ø	C (Kg/cm ²)
4	P-18	11,70 a 11,90	1	100	4,3	0,65
			2	200		
			3	300		

Gráfico de ensayo triaxial UU



Nomenclaturas:

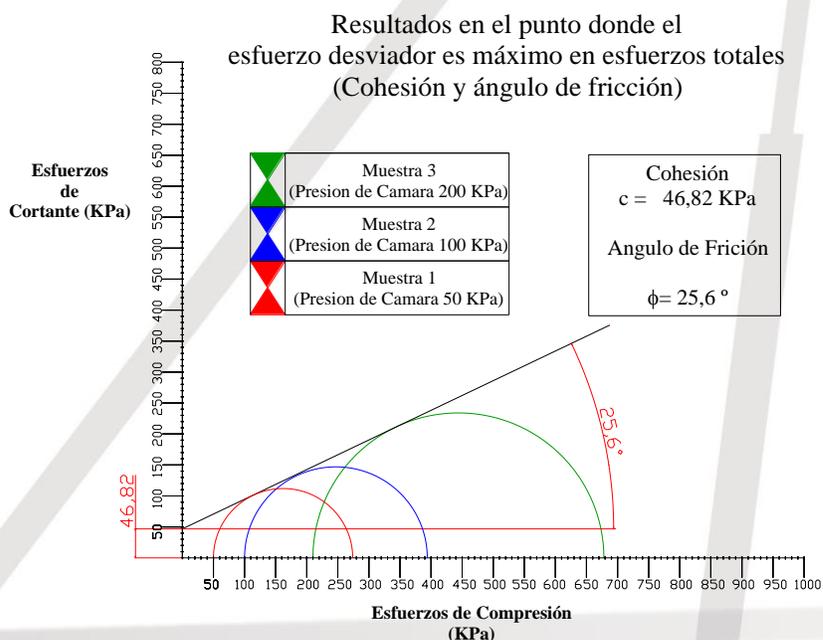
Ø= Ángulo de fricción interna total (°)

C= Cohesión (Kg/cm²)

Tabla 4.4.1.5. Resultados de ensayo triaxial #5: (P-23_ 2,00 m a 2,50 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Espécimen #	Presiones de cámara (KPa)	Ø	C (Kg/cm ²)
5	P-23	2,00 a 2,50	1	50	25,6	0,48
			2	100		
			3	200		

Gráfico de ensayo triaxial UU



Nomenclaturas:

Ø= Ángulo de fricción interna total (°)

C= Cohesión (Kg/cm²)

4.4.2.- Ensayos de corte directo:

Se realizaron un total de 5 ensayos de Corte Directo (ASTM D-3080**), cuyos resultados y gráficos se muestran e las siguientes tablas:

Tabla 4.4.2.1. Resultados de ensayo de corte directo #1: (P-6_ 1,00 m a 1,45 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Ángulo de fricción interna total, θ (°)	Cohesión, C (kg/cm ²)
1	P-6	1,00 a 1,45	21,2	0,24

Gráfico de ensayo de corte directo

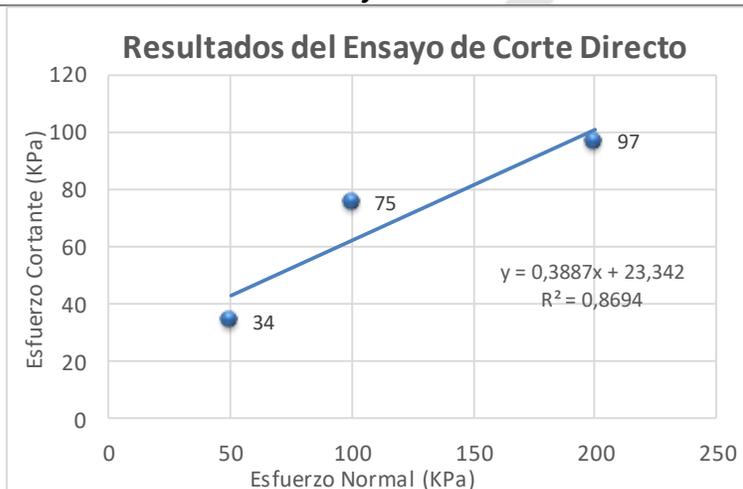


Tabla 4.4.2.2. Resultados de ensayo de corte directo #2: (P-8_ 3,45 m a 3,90 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Ángulo de fricción interna total, θ (°)	Cohesión, C (kg/cm ²)
2	P-8	3,45 a 3,90	22,9	0,51

Gráfico de ensayo de corte directo

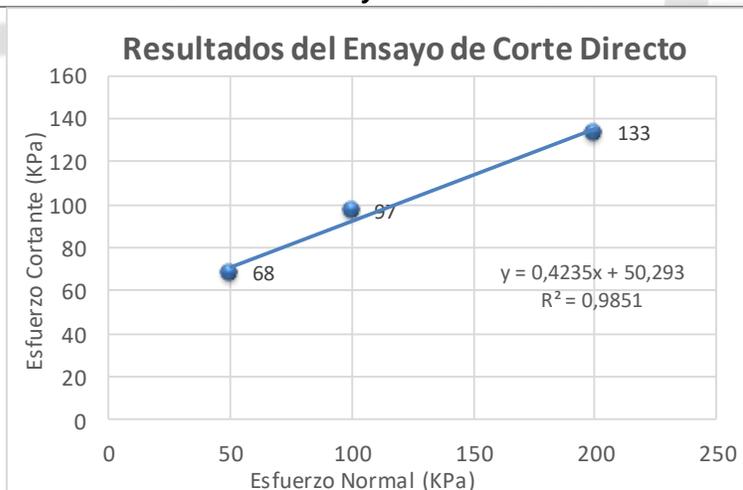


Tabla 4.4.2.3. Resultados de ensayo de corte directo #3: (P-10_ 2,50 m a 3,00 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Ángulo de fricción interna total, θ (°)	Cohesión, C (kg/cm ²)
3	P-10	2,50 a 3,00	16,5	0,33

Gráfico de ensayo de corte directo

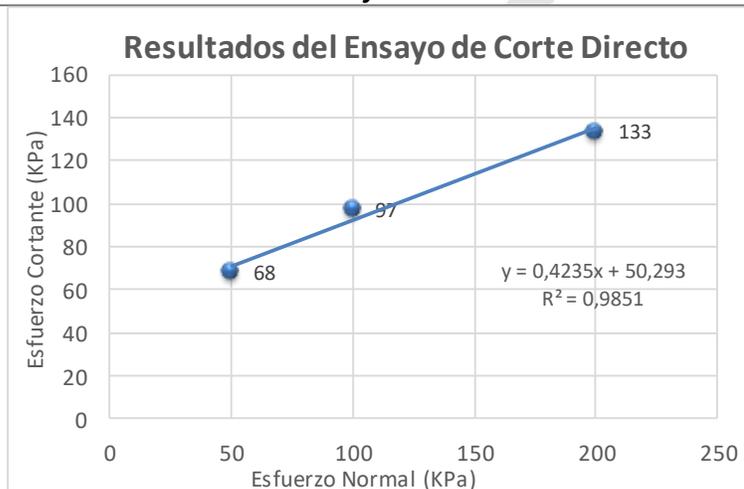
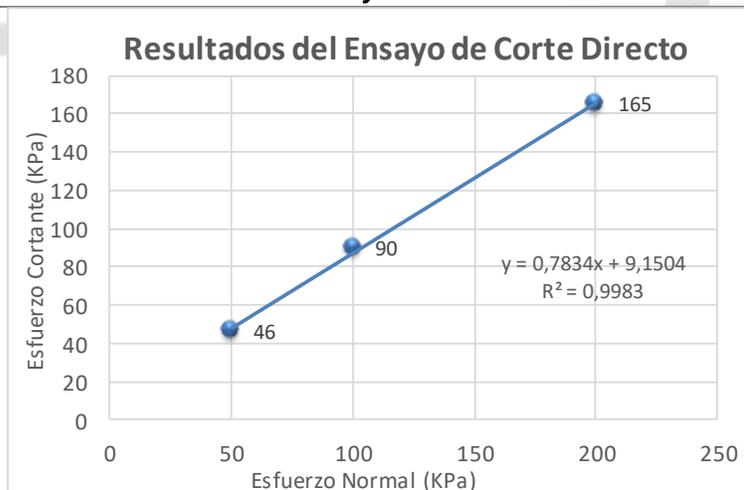


Tabla 4.4.2.4. Resultados de ensayo de corte directo #4: (P-18_ 3,00 m a 3,50 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Ángulo de fricción interna total, θ (°)	Cohesión, C (kg/cm ²)
4	P-18	3,00 a 3,50	38,1	0,09

Gráfico de ensayo de corte directo



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

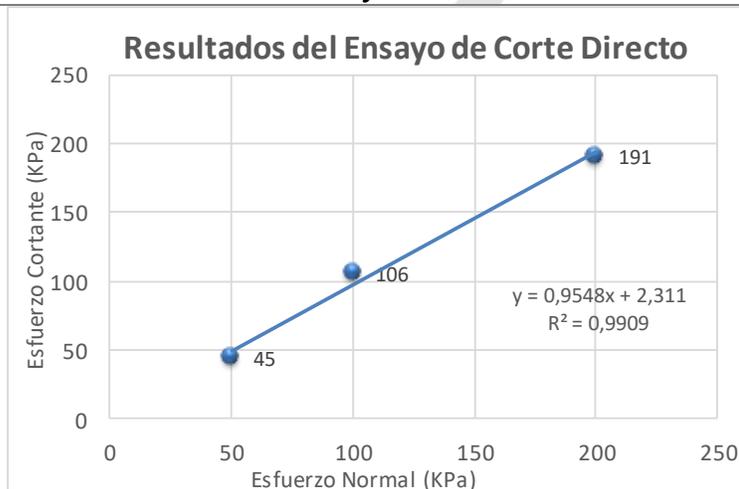
www.cyt.cr



Tabla 4.4.2.5. Resultados de ensayo de corte directo #5: (P-28_ 1,80 m a 2,30 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Ángulo de fricción interna total, θ (°)	Cohesión, C (kg/cm ²)
5	P-28	1,80 a 2,30	43,7	0,02

Gráfico de ensayo de corte directo



4.4.3.- Ensayos de consolidación (edométrico):

Se realizaron un total de 5 ensayos de consolidación (ASTM D-2435**), cuyos resultados y gráficos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4.4.3.1. Resultados de ensayo de consolidación #1: (P-4_ 0,50 m a 0,95 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de $N_{spt}^{(a)}$	e	P_c (kg/cm ²)	C_c	C_r
1	P-4	0,50 a 0,95	7	1,623	1,00	0,20	0,035

Nomenclaturas:

N_{spt} = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e_0 = Relación de vacíos inicial de la muestra

P_c = Preconsolidación, kg/cm²

C_c = Índice de compresión

C_r = Índice de recompresión

(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #1

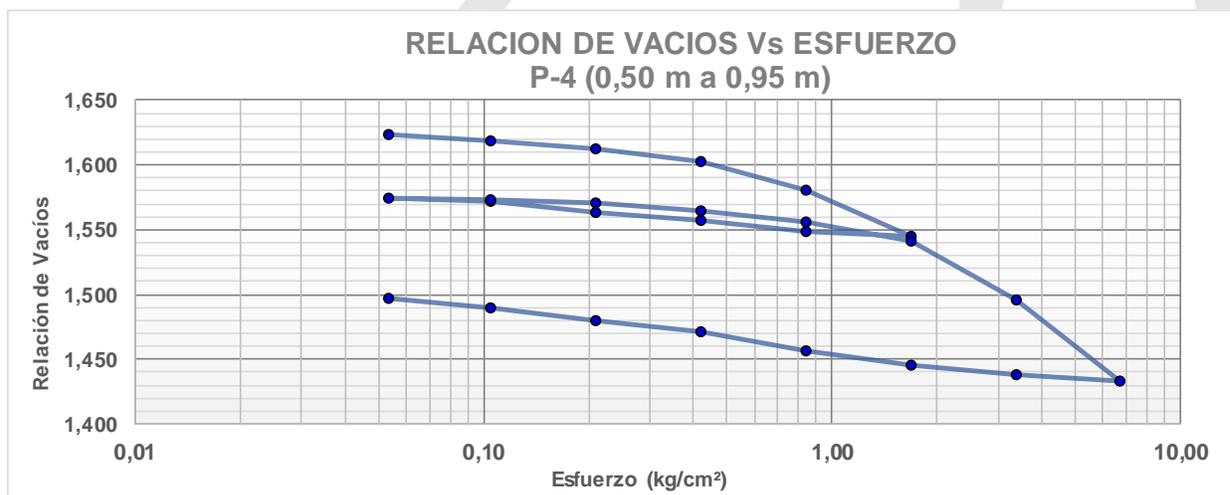


Tabla 4.4.3.2. Resultados de ensayo de consolidación #2: (P-5_ 4,80 m a 5,25 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de $N_{spt}^{(a)}$	e	P_c (kg/cm ²)	C_c	C_r
2	P-5	4,80 a 5,25	14	1,242	1,62	0,26	0,024

Nomenclaturas:

N_{spt} = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e_0 = Relación de vacíos inicial de la muestra

P_c = Preconsolidación, kg/cm²

C_c = Índice de compresión

C_r = Índice de recompresión

(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #2

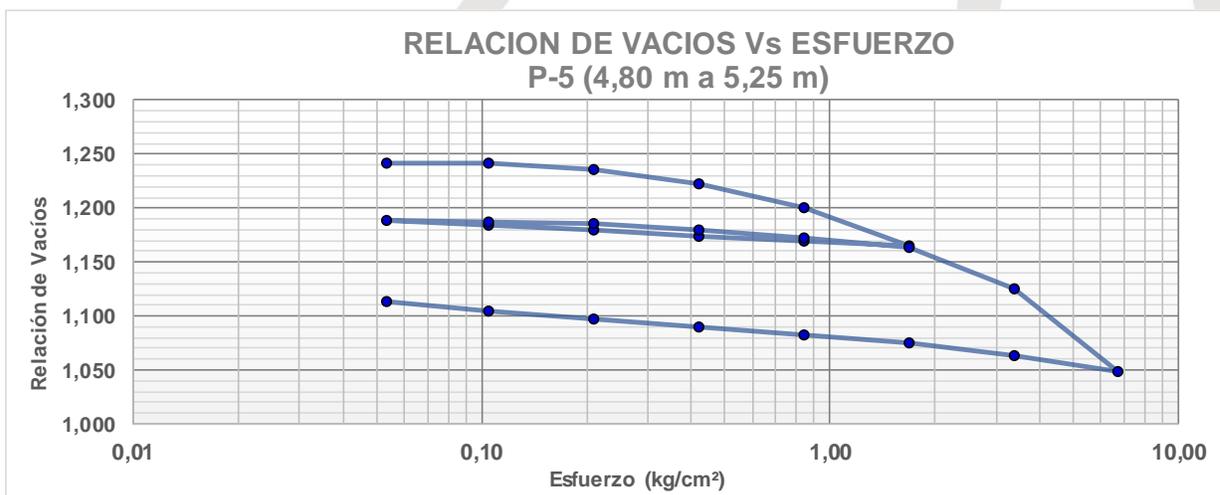


Tabla 4.4.3.3. Resultados de ensayo de consolidación #3: (P-11_ 8,40 m a 9,90 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de $N_{spt}^{(a)}$	e	P_c (kg/cm ²)	C_c	C_r
3	P-11	8,40 a 9,90	11	1,611	1,50	0,26	0,037

Nomenclaturas:

N_{spt} = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e_0 = Relación de vacíos inicial de la muestra

P_c = Preconsolidación, kg/cm²

C_c = Índice de compresión

C_r = Índice de recompresión

(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #3

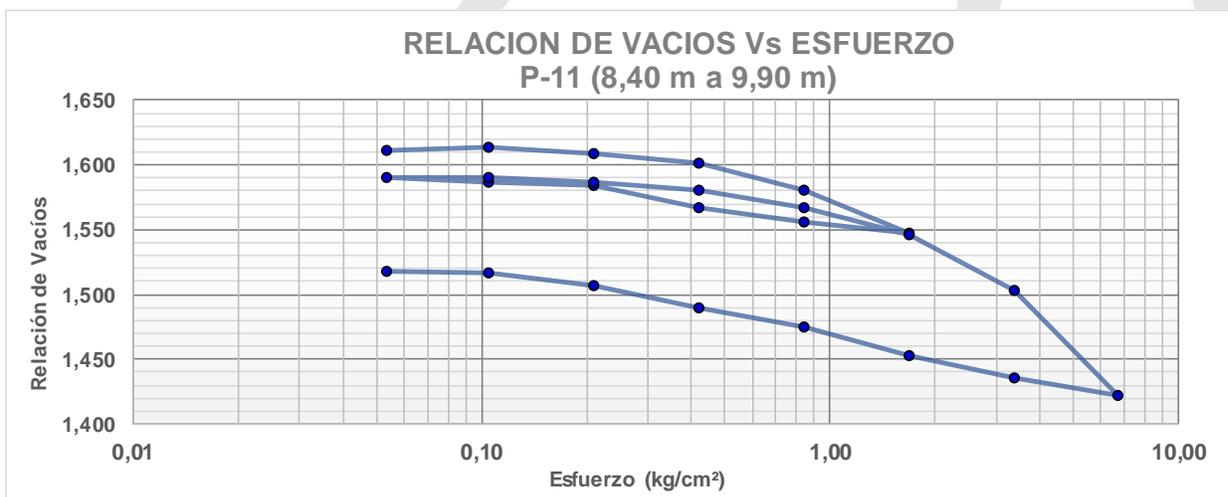


Tabla 4.4.3.4. Resultados de ensayo de consolidación #4: (P-19_ 9,96 m a 11,45 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de $N_{spt}^{(a)}$	e	Pc (kg/cm ²)	Cc	Cr
4	P-19	9,96 a 11,45	23	0,988	2,00	0,25	0,015

Nomenclaturas:

N_{spt} = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e_0 = Relación de vacíos inicial de la muestra

Pc= Preconsolidación, kg/cm²

Cc = Índice de compresión

Cr = Índice de recompresión

^(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #4

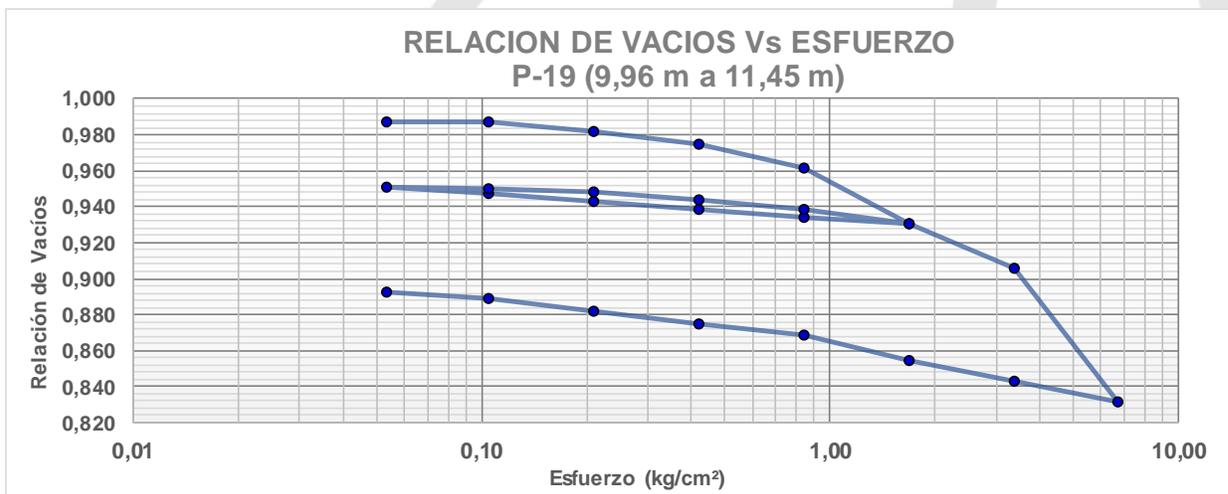


Tabla 4.4.3.5. Resultados de ensayo de consolidación #5: (P-28_ 1,35 m a 1,80 m)

Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Valor de Nspt ^(a)	e	Pc (kg/cm ²)	Cc	Cr
5	P-28	1,35 a 1,80	3-11	1,712	0,80	0,27	0,048

Nomenclaturas:

Nspt = Sistema de penetración estándar, valor más cercano a la toma del shelby.

e₀ = Relación de vacíos inicial de la muestra

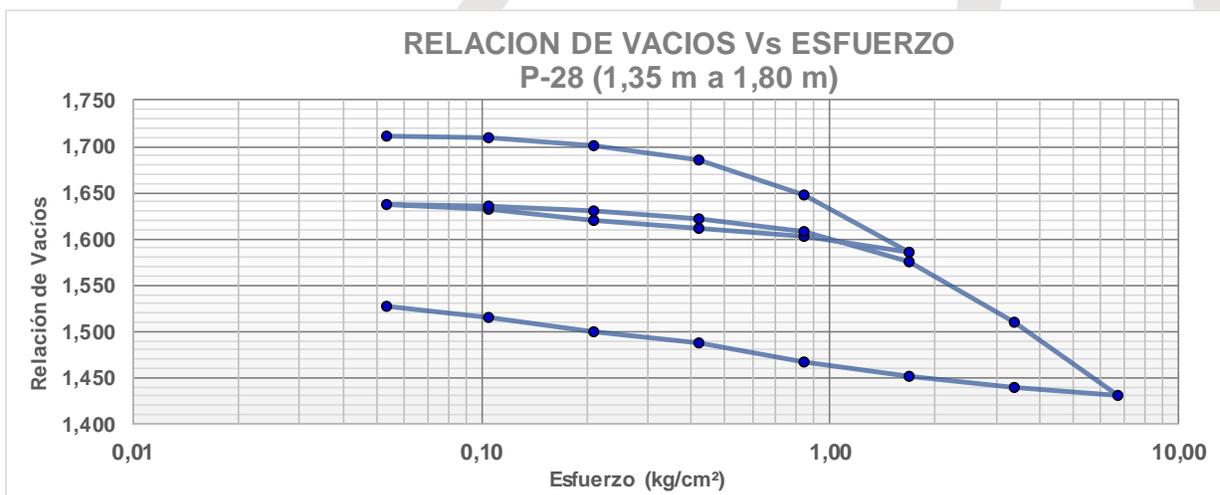
Pc= Preconsolidación, kg/cm²

Cc = Índice de compresión

Cr = Índice de recompresión

^(a) Valor más cercano a la toma del shelby.

Gráfico de ensayo de consolidación #5



4.4.4.- Resumen de ensayos especiales de laboratorio:

Ensayos Triaxial UU					
Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Tipo de obra	Ø	C (Kg/cm ²)
1	P-4	0,50 a 0,95	Edificio de 4 pisos	20,0	0,67
2	P-11	8,40 a 8,90	Edificio de 8 pisos	18,4	1,00
3	P-18	11,50 a 11,70	Edificio de 8 pisos	15,0	0,53
4	P-18	11,70 a 11,90	Edificio de 8 pisos	4,3	0,65
5	P-23	2,00 a 2,50	Edificio de 7 pisos	25,6	0,48
Máximo				25,6	1,00
Mínimo				4,3	0,48
Promedio				16,6	0,67

Ensayos de Corte directo					
Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Tipo de obra	Ø	C (Kg/cm ²)
1	P-6	1,00 a 1,45	Edificio de 9 pisos	21,2	0,24
2	P-8	3,45 a 3,90	Edificio de 9 pisos	22,9	0,51
3	P-10	2,50 a 3,00	Edificio de 8 pisos	16,5	0,33
4	P-18	3,00 a 3,50	Edificio de 8 pisos	38,1	0,09
5	P-28	1,80 a 2,30	Edificio de 3 pisos	43,7	0,02
Máximo				43,7	0,51
Mínimo				16,5	0,02
Promedio				28,5	0,24

Ensayos de Consolidación							
Ensayo #	Sector	Profundidad, m	Tipo de obra	e	Pc (kg/cm ²)	Cc	Cr
1	P-4	0,50 a 0,95	Edificio de 4 pisos	1,623	1,00	0,20	0,035
2	P-5	4,80 a 5,25	Edificio de 9 pisos	1,242	1,62	0,26	0,024
3	P-11	8,40 a 9,90	Edificio de 8 pisos	1,611	1,50	0,26	0,037
4	P-19	9,96 a 11,45	Edificio de 8 pisos	0,988	2,00	0,25	0,015
5	P-28	1,35 a 1,80	Edificio de 3 pisos	1,712	0,80	0,27	0,048
Máximo				1,712	2,00	0,27	0,048
Mínimo				0,988	0,80	0,20	0,015
Promedio				1,435	1,38	0,25	0,032

4.5.- Ensayos presiométricos (ASTM D-4719**):

Se efectuaron cinco ensayos presiométricos (ASTM D-4719**) a diferentes profundidades, cuyas hojas de cálculo de dichas pruebas se muestran en el anexo C, y de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4.5.1. Resultados de los ensayos presiométricos efectuados:

Ensayo	Perforación	Prof. de prueba Z (m)	Tipo de obra	Presión Fluencia PF (KPa)	Presión Límite PL (KPa)	Módulo Presiométrico EM (KPa)
1	P-11	16,47	Edificio de 8 pisos	878	2 612	18 887
2	P-19	13,37	Edificio de 8 pisos	344	583	5 081
3	P-22	8,68	Edificio de 7 pisos	188	733	1 579
4	P-26	27,50	Edificio de 1-2 pisos	1 492	8 587	77 624
5	P-27	23,14	Edificio de 1-2 pisos	1 034	2 783	24 217
Máximo				1 492	8 587	77 624
Mínimo				188	583	1 579
Promedio				787	3 059	25 477

Los resultados obtenidos de los ensayos presiométricos, fueron utilizados para realizar correlaciones con los parámetros obtenidos de las perforaciones y ensayos de laboratorio, para así definir la capacidad de soporte admisible del suelo y asentamientos.

De requerirse, los resultados de este tipo de prueba podrían ser utilizados para realizar análisis mas detallados en el punto específico donde se realizó la prueba o para construir modelos más detallados cuando se realizan una buena cantidad de los mismos.

4.6.- Resistencia a la compresión simple de testigos de roca (ASTM D-2938**):

Se tomaron testigos de los mantos rocosos detectados en las perforaciones efectuadas (incluyendo de los bloques del lahar) para determinar el esfuerzo de compresión simple de los mismos (ASTM D-2938**), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.6.1. Resultados de los ensayos de compresión simple a testigos de roca:

Perforación	Profundidad Metros (m)	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Relación L/D	Factor	Área (mm ²)	Carga Axial (N)	Resistencia a la compresión sin corregir		Resistencia a la compresión corregida		Peso (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)
								Mpa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²			
P-4	16,45 a 16,62	126,0	63,6	1,98	1,00	3174,9	183830	57,9	590,4	57,9	590,4	1004	400,0	2,51
P-5	23,47 a 23,75	131,8	63,6	2,07	1,00	3179,9	394113	123,9	1263,8	123,9	1263,8	1134	419,1	2,71
P-7	26,95 a 27,20	123,3	62,7	1,97	1,00	3086,6	80412	26,1	265,7	26,1	265,7	883	380,7	2,32
P-7	20,60 a 20,90	129,2	63,0	2,05	1,00	3121,2	101015	32,4	330,0	32,4	330,0	945	403,1	2,34
P-8	16,8 a 16,58	121,9	62,9	1,94	1,00	3107,4	83393	26,8	273,7	26,8	273,7	881	378,8	2,33
P-9	18,90 a 19,20	117,4	63,5	1,85	0,99	3164,9	147740	46,7	476,0	46,2	471,2	943	371,5	2,54
P-10	16,35 a 16,55	123,6	62,6	1,97	1,00	3080,7	59274	19,2	196,2	19,2	196,2	858	380,7	2,25
P-11	22,70 a 22,95	126,3	63,2	2,00	1,00	3139,1	126101	40,2	409,6	40,2	409,6	941	396,4	2,37
P-12	18,65 a 18,85	116,3	62,9	1,85	0,99	3109,3	72980	23,5	239,3	23,2	236,9	854	361,6	2,36
P-18	21,00 a 21,25	123,6	62,9	1,96	1,00	3110,3	264419	85,0	866,9	85,0	866,9	983	384,5	2,56
P-19	6,52 a 6,80	126,7	63,0	2,01	1,00	3119,2	124778	40,0	407,9	40,0	407,9	949	395,2	2,40
P-19	18,56 a 18,76	117,7	63,0	1,87	0,99	3121,2	122509	39,3	400,2	38,9	396,2	862	367,5	2,35
P-21	19,61 a 19,81	123,8	62,7	1,97	1,00	3090,6	177333	57,4	585,1	57,4	585,1	961	382,5	2,51
P-22	17,07 a 17,27	120,3	63,2	1,90	0,99	3135,1	118504	37,8	385,4	37,4	381,6	1003	377,0	2,66
P-23	19,12 a 19,37	121,7	63,2	1,92	0,99	3137,1	136891	43,6	445,0	43,2	440,5	949	381,6	2,49
P-24	18,66 a 18,86	107,1	62,9	1,70	0,98	3107,4	123102	39,6	404,0	38,8	395,9	803	332,8	2,41
P-26	18,63 a 18,83	112,7	62,8	1,80	0,98	3096,5	64304	20,8	211,8	20,4	207,5	807	349,0	2,31
P-27	25,07 a 25,22	123,2	63,0	1,96	1,00	3117,2	322382	103,4	1054,6	103,4	1054,6	1039	384,1	2,70
P-27	20,62 a 20,91	86,0	45,4	1,89	0,99	1618,1	158465	97,9	998,6	97,0	988,6	388	139,2	2,79
P-28	15,92 a 16,32	119,0	62,8	1,89	0,99	3098,5	136615	44,1	449,6	43,7	445,1	936	368,7	2,54
P-28	20,60 a 21,00	119,7	62,8	1,90	0,99	3101,4	71156	22,9	234,0	22,7	231,6	905	371,2	2,44

4.7.- Resumen de parámetros generales para los estratos detectados:

Tabla 4.7.1. Resumen de parámetros generales para los diferentes estratos:

Parámetro	Estrato					
	7-8 ton/m ²	10-12 ton/m ²	15 ton/m ²	20 ton/m ²	35 ton/m ²	50 ton/m ²
Peso unitario húmedo, γ_{suelo} (ton/m ³):	1,80	1,76	1,78	1,74	2,00	2,23
Valor promedio de Cohesión, C (kg/cm ²):	0,40	0,54	0,75	1,02	1,75	----
Angulo de fricción, θ (°):	20	20	20	20	35	40
Coefficiente de Poisson estimado, ν :	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,25
Módulo de deformación, E_o (kg/cm ²):	41,92	53,05	69,74	91,80	157,50	30 000
Módulo de cortante, G (kg/cm ²):	15,18	19,50	26,02	34,77	60,57	12 000
Coefficiente de balasto, Ksl (kg/cm ³):	1,84	2,34	3,10	4,08	7,00	50,00

5.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS:

En este apartado se describen los diferentes análisis realizados tales como: sistema de cimentación, nivel de desplante, capacidad de soporte admisible, asentamientos y otros asuntos asociados con el diseño y construcción de las obras de cimentación.

5.1.- Capacidad de soporte admisible neta del subsuelo:

Se realizó un análisis de capacidad de soporte admisible neta de los estratos del subsuelo de las veintiocho (28) perforaciones realizadas, para lo cual usamos una fórmula para suelos cohesivos por el método de Meyerhof, utilizando el valor promedio de cohesión del tramo analizado y correlacionándolo con el valor de N_{spt} , un factor de carga $N_C = 6,0$, y para el manto rocoso de lava andesítica fracturada hemos estimado, un ángulo de fricción interna de 40° grados, y se ha utilizado la ecuación general de capacidad de soporte (ecuación 4.2) que establece el Código de Cimentaciones de Costa Rica 2da Edición 2009, utilizando en ambos casos un factor de seguridad de tres. Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

- **Suelos cohesivos:**

$$qa = \frac{C * N_c}{F_s} * 10$$

Dónde:

- qa = capacidad de soporte admisible (ton/m²)
- C = cohesión promedio del tramo analizado (kg/cm²)
- F_s = factor de seguridad
- $D/B = \geq 0,25$ para placas aisladas
- N_c = factor de carga (6,0)

- **Manto rocoso de lava andesítica:**

$$qa = \frac{\frac{\gamma B}{2} * N_\gamma}{FS}$$

Dónde:

- qa = capacidad de soporte admisible (ton/m²)
- γ = Peso volumétrico del suelo por debajo del nivel de desplante (ton/m³)
- B = Ancho de placa. (m – Estimado en 1,50 m mínimo)
- N_γ = factor de carga (90,0 – Para ángulo de fricción interna de 40°)
- FS = factor de seguridad

Los valores de capacidad presentados en la tabla 5.1.1 indican la conveniencia de transmitir los esfuerzos de las obras por construir a los estratos naturales de sitio, pudiendo usar cimentaciones convencionales.

Tabla 5.1.1. Capacidad soportante contra nivel de desplante:

Edificación	Perforación #	Profundidad del estrato Metros (m)	Capacidad Soporte Admisible Neta ⁽¹⁾ ton/m ²
Edificio de 1 piso	P-1	0,50 a 0,90	7
		0,90 a 3,15	15
		3,15 a 6,30	20 ^(b)
Edificio de 2 pisos	P-2	0,50 a 0,90	7
		0,90 a 3,60	15
		3,60 a 10,35	20 ^(b)
Edificio de 3 pisos	P-3	0,50 a 2,70	10
		2,70 a 12,15	15
		12,15 a 13,05	20 ^(b)
Edificio de 4 pisos	P-4	0,50 a 1,80	10
		1,80 a 4,05	15
		4,05 a 7,80	20 ^(a)
		7,80 a 13,95	10
		13,95 a 20,50	35
Edificio de 9 pisos	P-5 (Sótano)	0,50 a 2,25	7
		2,25 a 3,60	10
		3,60 a 16,35	15
		16,35 a 20,85	35
	P-6 (Sótano)	20,85 a 27,90	50
		0,50 a 2,25	7
		2,25 a 14,40	15
		14,40 a 16,50	20
		16,50 a 25,08	35
	P-7	25,08 a 28,10	50
0,50 a 1,35		10	
1,35 a 2,70		15	
2,70 a 8,55		20 ^(a)	
8,55 a 14,85		15	
14,85 a 15,90		20	
P-8	15,90 a 26,55	35	
	26,55 a 27,90	50	
	0,50 a 6,75	10	
		6,75 a 14,85	15
		14,85 a 28,35	35

Continuación - **Tabla 5.1.1.** Capacidad soportante contra nivel de desplante:

Edificación	Perforación #	Profundidad del estrato Metros (m)	Capacidad Soporte Admisible Neta ⁽¹⁾ ton/m ²
Edificio de 8 pisos	P-9	0,50 a 3,15	15
		3,15 a 6,85	20 ^(a)
		6,85 a 13,80	10
		13,80 a 26,60	35
	P-10	0,50 a 2,70	12
		2,70 a 7,65	20 ^(a)
		7,65 a 14,40	10
		14,40 a 26,60	35
	P-11	0,50 a 3,60	15
		3,60 a 6,90	20 ^(a)
		6,90 a 14,05	10
		14,05 a 26,45	35
P-12	0,50 a 2,70	8	
	2,70 a 9,90	20 ^(a)	
	9,90 a 13,95	10	
	13,95 a 25,50	35	
Edificio de 1 piso	P-13	0,50 a 3,60	12
		3,60 a 6,00	20 ^(b)
	P-14	0,50 a 0,90	10
		0,90 a 12,91	15
		12,91 a 13,96	20
		13,96 a 15,50	35
P-15	0,50 a 6,30	15	
P-16	0,50 a 3,15	10	
	3,15 a 6,30 ^(c)	20 ^(b)	
P-17	0,50 a 3,60	10	
	3,60 a 6,30	15	
Edificio de 8 pisos	P-18	0,50 a 1,35	8
		1,35 a 2,70	15
		2,70 a 8,10	20 ^(a)
		8,10 a 9,90	10
		9,90 a 15,86	15
		15,86 a 26,00	35
	P-19	0,50 a 3,60	15
		3,60 a 11,45	20 ^(a)
		11,45 a 15,71	10
		15,71 a 26,00	35
	P-20 (Sótano)	0,50 a 1,80	15
		1,80 a 8,46	20 ^(a)
8,46 a 15,30		10	
15,30 a 26,00		35	

Continuación - **Tabla 5.1.1.** Capacidad soportante contra nivel de desplante:

Edificación	Perforación #	Profundidad del estrato Metros (m)	Capacidad Soporte Admisible Neta ⁽¹⁾ ton/m ²
Edificio de 7 pisos	P-21	0,50 a 0,90	3
		0,90 a 4,05	15
		4,05 a 14,46	20
		14,46 a 23,00	35
	P-22	0,50 a 1,35	3
		1,35 a 2,25	10
		2,25 a 3,60	15
		3,60 a 7,35	20 ^(a)
		7,35 a 13,56	15
		13,56 a 15,20	20
	P-23	15,20 a 23,00	35
		0,50 a 1,35	3
1,35 a 14,39		15	
14,39 a 15,69		20	
Edificio de 3 pisos	P-24	15,69 a 23,85	35
		0,50 a 1,35	7
		1,35 a 2,70	10
		2,70 a 5,85	15
		5,85 a 7,72	20 ^(a)
		7,72 a 17,02	15
	P-25	17,02 a 20,00	35
		0,50 a 1,35	7
		1,35 a 4,50	15
		4,50 a 10,26	20 ^(a)
Edificio de 1-2 pisos	P-26	10,26 a 17,35	15
		17,35 a 20,00	35
		0,90 a 14,40	10
Edificio de 1 piso	P-27	14,40 a 15,30	20
		15,30 a 28,40	35
		0,50 a 1,35	10
		1,35 a 4,95	15
		4,95 a 7,20	20 ^(a)
		7,20 a 13,50	12
Edificio de 3 pisos	P-28	13,50 a 24,17	35
		24,17 a 28,20	50
		0,50 a 1,80	7
		1,80 a 2,25	10
		2,25 a 10,30	20 ^(a)
		10,30 a 15,75	15
		15,75 a 21,00	35

(1) Estos valores de capacidad soportante admisible presentan un factor de seguridad (FS) de 3,0 contra la falla por cortante del suelo y garantiza que bajo la presión de fundación recomendada los asentamientos no serán mayores que los máximos permisibles.

(a) Debido que debajo de este estrato aparecen suelos más suaves, se deberá efectuar un análisis de distribución de bulbos de presión de la posición y área de las placas al estrato inferior más débil. De dicho análisis se obtendrá la capacidad de soporte admisible a utilizar en el diseño estructural.

(b) Debido a que estos sectores fueron realizados con el sistema de perforación estándar, no fue posible avanzar a mayor profundidad debido a la dureza de dicho estrato o la presencia de bloques, sin embargo, de acuerdo con las perforaciones realizadas con el sistema de perforación a rotación con broca de diamante, debajo de estos aparecen estratos de menor resistencia, por lo que, si requieren altas capacidades para el diseño de las obras en estos sectores, se deberá analizar con mayor detalle este aspecto, extrapolando la información en base a los puntos más cercanos en los cuales si se realizó la determinación de la resistencia de la matriz por medio de SPT.

(c) Esta perforación (P-16) se llegó hasta 6,30 m de profundidad con el sistema de perforación estándar SPT, luego se continuó hasta los 20,00 m de profundidad con el sistema a rotación con broca de diamante para la instalación de un piezómetro en este sector, por lo tanto, no se recopiló información del valor de N_{spt} o ensayos de inconfina desde 6,30 m hasta los 20,00 m de profundidad, y debido a ello no se presentan valores de capacidad en dicho tramo.

Se debe tomar en consideración que existen bolsas de estratos de alta plasticidad (capa G) en algunos sectores, por lo que, si aparecieran en el fondo de las excavaciones para las placas, se deberá realizar sustituciones con adecuados espesores de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT, compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para con ello ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción que podrían sufrir dichos suelos.

Para una mejor interpretación, presentamos una tabla con las profundidades a las cuales aparecen los estratos de 10 ton/m² (30 ton/m² a la falla); 15 ton/m² (45 ton/m² a la falla); 20 ton/m² (60 ton/m² a la falla); 35 ton/m² (105 ton/m² a la falla) y 50 ton/m² (150 ton/m² a la falla), profundidades que son tomadas a partir del nivel de terreno al momento de perforar:

Tabla 5.1.2.- Profundidades de cimentación usando 10 ton/m²; 15 ton/m²; 20 ton/m²; 35 ton/m² y 50 ton/m²:

Perforación #	Profundidad del estrato de 10 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 15 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 20 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 35 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)	Profundidad del estrato de 50 ton/m ² de capacidad de soporte admisible, (m)
P-1	0,90	0,90	3,15 ^(b)	N/A	N/A
P-2	0,90	0,90	3,60 ^(b)	N/A	N/A
P-3	0,50	2,70	12,15 ^(b)	N/A	N/A
P-4	0,50	1,80	4,05 ^(a)	13,95	N/A
P-5	2,25	3,60	16,35	16,35	20,85
P-6	2,25	2,25	14,40	16,50	25,08
P-7	0,50	1,35	2,70 ^(a)	15,90	26,55
P-8	0,50	6,75	14,85	14,85	N/A
P-9	0,50	0,50	3,15 ^(a)	13,80	N/A
P-10	0,50	2,70	2,70 ^(a)	14,40	N/A
P-11	0,50	0,50	3,60 ^(a)	14,05	N/A
P-12	2,70	2,70	2,70 ^(a)	13,95	N/A
P-13	0,50	3,60	3,60 ^(b)	N/A	N/A
P-14	0,50	0,90	12,91	13,96	N/A
P-15	0,50	0,50	N/A	N/A	N/A
P-16	0,50	3,15	3,15 ^(b)	N/A	N/A
P-17	0,50	3,60	N/A	N/A	N/A
P-18	1,35	1,35	2,70 ^(a)	15,86	N/A
P-19	0,50	0,50	3,60 ^(a)	15,71	N/A
P-20	0,50	0,50	1,80 ^(a)	15,30	N/A
P-21	0,90	0,90	4,05	14,46	N/A
P-22	1,35	2,25	3,60 ^(a)	15,20	N/A
P-23	1,35	1,35	14,39	15,69	N/A
P-24	1,35	2,70	5,85 ^(a)	17,02	N/A
P-25	1,35	1,35	4,50 ^(a)	17,35	N/A
P-26	0,90	14,40	14,40	15,30	N/A
P-27	0,50	1,35	4,95 ^(a)	13,50	24,17
P-28	1,80	2,25	2,25	15,75	N/A

^(a) Debido que debajo de estos estratos aparecen suelos más suaves, para el análisis estructural definitivo, se deberán efectuar análisis de distribución de bulbos de presión de la posición y área de las placas resultantes al estrato inferior más débil. De dichos análisis se obtendrá la capacidad de soporte admisible a utilizar en el diseño estructural, lo que significa que el uso de la capacidad de soporte indicada dependerá del nivel de desplante a utilizar y del tamaño de la fundación.

^(b) Debido a que estos sectores fueron realizados únicamente con el sistema de perforación estándar, no fue posible avanzar a mayor profundidad debido a la dureza de dichos estratos, sin embargo, de acuerdo con las perforaciones realizadas con el sistema de perforación a rotación con broca de diamante, es posible que debajo de estos en algunos sectores aparezcan estratos de menor resistencia, por lo que, si requieren altas capacidades para el diseño de las obras en estos sectores, se deberá analizar con mayor detalle este aspecto estableciendo la influencia de los bulbos de presión.

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



5.2.- Asentamientos:

Basados en los resultados de las pruebas de consolidación realizadas, hemos efectuado diversos análisis para determinar los asentamientos totales probables para el tipo de cimentación propuesta en los estratos superiores, consistente en cimientos corridos y/o aislados. Para la estimación de asentamientos hemos empleado un programa de cálculo que utiliza la fórmula que para tal efecto menciona el libro de texto "Foundation Design" del autor Donald P. Coduto, la cual presentamos a continuación:

$$\delta_c = r \sum_{i=1}^n \Psi C H_i \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma'_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

Dónde:

δ_c = asentamiento por consolidación

r = factor de rigidez

Ψ = coeficiente de ajuste dimensional

C = índice de compresibilidad

σ'_{v0} = esfuerzo efectivo vertical inicial

σ'_v = incremento del esfuerzo vertical efectivo debido a la carga aplicada

H_i = espesor de la capa

Se presentan un par de hojas de salida del programa en el Anexo D.

A continuación, presentamos los resultados del análisis de asentamientos efectuado, con el fin de conocer los asentamientos probables que se presentarían en las estructuras para los tamaños de placa y profundidades de cimentación analizadas de los edificios por construir:

5.2.1.- Análisis de asentamientos para placas aisladas:

Para determinar los asentamientos probables por consolidación en estos sectores y de acuerdo con los ensayos de consolidación efectuados, hemos realizado un análisis de asentamientos al apoyar las fundaciones sobre el suelo cohesivo natural de sitio muestreado, usando placas aisladas de diferentes tamaños, apoyándolos a la profundidad recomendada en la sección 5.4, de los niveles actuales del terreno, y usando el índice de compresión de las pruebas de consolidación (Ver sección 4.4), representativo de cada estrato. Para ello se ha analizado la condición más crítica, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5.2.1.1. Tabla de estimación de asentamientos con placas aisladas:

Sector	Carga a aplicar (ton/m ²)	Dimensiones de placa (m)	Asentamiento por consolidación (cm)	Asentamiento por distorsión (cm)
Edificios de 1 a 2 pisos				
P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27	10,00	1,0 x 1,0	1,254	1,391
		1,2 x 1,2	1,428	1,670
		1,5 x 1,5	1,663	2,109
Edificios de 3 a 4 pisos				
P-3, P-4, P-24, P-25, P-28	10,00	1,0 x 1,0	1,025	1,377
		1,5 x 1,5	1,326	2,087
		2,0 x 2,0	1,571	2,812
		3,0 x 3,0	1,965	4,261
	15,00	1,0 x 1,0	0,727	1,390
		1,5 x 1,5	0,968	2,200
		2,0 x 2,0	1,170	2,934
		3,0 x 3,0	1,505	4,447
Edificios de 7 pisos				
P-21, P-22 y P-23	15,00	1,0 x 1,0	0,967	1,467
		2,0 x 2,0	1,593	2,996
		3,0 x 3,0	2,076	4,540
		4,0 x 4,0	2,467	6,053
Edificios de 8 pisos				
P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20	20,00	1,5 x 1,5	1,034	2,100
		2,0 x 2,0	1,336	2,956
		3,0 x 3,0	1,895	4,433
		4,0 x 4,0	2,389	5,973
Edificios de 8 pisos con sótano				
P-20	20,00	1,5 x 1,5	1,534	2,263
		2,0 x 2,0	1,953	3,018
		3,0 x 3,0	2,693	4,573
		4,0 x 4,0	3,310	6,098
Edificios de 9 pisos				
P-5, P-6, P-7 y P-8	15,00	1,5 x 1,5	0,958	2,085
		2,0 x 2,0	1,193	2,934
		3,0 x 3,0	1,595	4,401
		4,0 x 4,0	2,286	7,824
Edificios de 9 pisos con sótano				
P-5 y P-6	15,00	1,5 x 1,5	1,380	2,250
		2,0 x 2,0	1,677	2,996
		3,0 x 3,0	2,170	4,540
		4,0 x 4,0	2,565	6,053

Valores en rojo indican que los asentamientos, para la carga y tamaño de placa analizado, superan el máximo de 2,5 cm establecido por los diferentes códigos.

5.2.2.- Análisis de asentamientos para placas corridas:

Para determinar los asentamientos probables por consolidación en estos sectores y de acuerdo con los ensayos de consolidación efectuados, hemos realizado un análisis de asentamientos al apoyar las fundaciones sobre el suelo cohesivo natural de sitio muestreado, usando placas corridas con diferentes anchos, apoyándolos a la profundidad recomendada en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, y usando el índice de compresión de la pruebas de consolidación (Ver sección 4.4), representativo de cada estrato. Para ello se ha analizado la condición más crítica, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5.2.1.2. Tabla de estimación de asentamientos con placas corridas:

Sector	Carga a aplicar (ton/m ²)	Ancho de placa, (m)	Asentamiento por consolidación (cm)	Asentamiento por distorsión (cm)
Edificios de uno a dos pisos				
P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27	10	0,5	1,458	2,459
		0,8	1,870	3,934
		1,0	2,090	4,969
Edificios de tres a cuatro pisos				
P-3, P-4, P-24, P-25 y P-28	10	1,00	1,499	4,917
		1,50	1,786	7,453
		2,00	2,001	10,041
	15	1,00	1,286	4,963
		1,50	1,575	7,858
		2,00	1,801	10,478
Edificios de siete pisos sin sótano				
P-21, P-22 y P-23	15	1,00	1,761	5,239
		1,50	2,153	7,941
		2,00	2,459	10,699
Edificios de 8 pisos				
P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20	20	1,00	1,629	4,944
		1,50	2,077	7,5
		2,00	2,443	10,556
Edificios de 8 pisos con sótano				
P-20	20	0,80	2,027	4,222
		1,00	2,303	5,278
		1,50	2,869	8,083
		2,00	3,317	10,778
Edificios de 9 pisos				
P-5, P-6, P-7 y P-8	15	1,00	1,331	4,908
		1,50	1,661	7,445
		2,00	1,923	10,478
Edificios de 9 pisos con sótano				
P-5 y P-6	15	1,00	1,840	5,239
		1,50	2,238	8,024
		2,00	2,545	10,699

Valores en rojo indican que los asentamientos, para la carga y tamaño de placa analizado, superan el máximo de 2,5 cm establecido por los diferentes códigos.

- Conclusiones de análisis de asentamientos:

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 5.2.1.1, los asentamientos por consolidación para las cargas de los diferentes edificios por construir, los tamaños de placas aisladas analizados y apoyados a las profundidades recomendadas en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, se encuentran dentro de lo permisible por los diferentes códigos; con excepción de la zona de los edificios de 8 y 9 pisos, donde se construirá un nivel de sótano, ya que de acuerdo con los cálculos existe una limitante de tamaños de placa (ver valores en rojo en la tabla citada), ya que para el caso del edificio de 8 pisos con sótano (sector de P-20), para placas de 3,0 m x 3,0 m de lado o superiores los asentamientos superaría el máximo permisible, de igual forma para el caso del edificio de 9 pisos con sótano (sectores de P-5 y P-6), donde los asentamientos para placas de 4,0 m x 4,0 m o superiores de lado supera el máximo permisible por los diferentes códigos (2,5 cm). Por lo tanto, para estos casos si las cargas de los edificios no permiten tamaños de placa inferiores a dichas dimensiones, se deberá optar por una cimentación piloteada.

Para el caso de las placas corridas, basados en los resultados mostrados en la tabla 5.2.1.2, los asentamientos por consolidación para las cargas de los diferentes edificios por construir, los tamaños de placas aisladas analizados y apoyados a las profundidades recomendadas en la sección 5.4 de los niveles actuales del terreno, se encuentran dentro de lo permisible por los diferentes códigos; con excepción de la zona de los edificios de 8 y 9 pisos, donde se construirá un nivel de sótano, ya que de acuerdo con los cálculos existe una limitante de ancho de placa (ver valores en rojo en la tabla citada), ya que para el caso del edificio de 8 pisos con sótano (sector de P-20), para placas de 1,50 m o superiores de ancho los asentamientos superarían el máximo permisible, de igual forma para el caso del edificio de 9 pisos con sótano (sectores de P-5 y P-6), donde los asentamientos para placas de 2,0 m o superiores de ancho superarían el máximo permisible por los diferentes códigos (2,5 cm). Por lo tanto, para estos casos si las cargas de los edificios no permiten anchos de placa inferiores a dichas dimensiones, se deberá optar por una cimentación piloteada.

En lo que respecta al asentamiento por distorsión (primario), desde el punto de vista teórico, éstos se producirían durante el proceso constructivo de la obra, pero lo que concierne al asentamiento por consolidación y de acuerdo con los ensayos realizados, se estima que estos se producirán en un período de aproximadamente seis meses, después de la construcción de esta.

Para determinar los asentamientos por pilote, se recomienda que se verifique en campo por medio de pruebas carga a los mismos, las cuales proveen información sobre la relación carga-asentamiento.

5.3.- Coeficiente sísmico:

Para determinar el coeficiente sísmico a utilizar en el diseño de la estructura por construir y de acuerdo con el capítulo 2 (secciones 2.1 y 2.2) y al capítulo 5, del Código Sísmico de Costa Rica 2010, el proyecto se ubica en la **zona sísmica III** y los suelos de sitio clasifican como **Tipo S₂**, por lo que se deberá de utilizar para el *factor espectral dinámico* (FED) la **Figura 5.6 del C.S.C.R.** (Fig. 5.3.1).

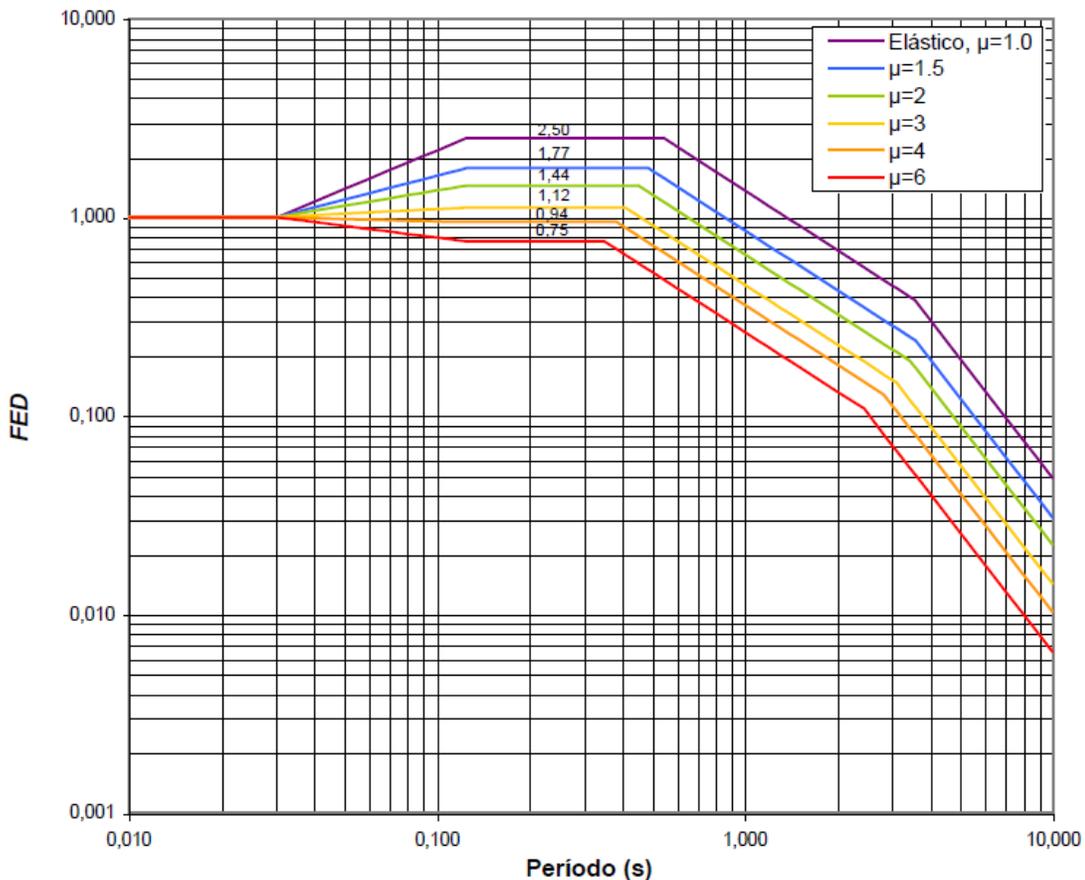


Figura 5.3.1. Factor espectral dinámico, FED para sitios Tipo S₂ en Zona III¹.

El valor de aceleración pico efectiva de diseño para un periodo de retorno de 475 años para la zona en estudio es $a_{ef} = 0,33$.

5.4.- Conclusiones sobre cimentaciones para las obras:

- **Edificaciones de uno y dos pisos:** (Sectores de P-1, P-2, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27)

Para cargas unitarias moderadas de las obras de uno y dos pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 10 ton/m² de capacidad de soporte admisible (30 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 0,50 m a 1,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 1,5 m x 1,5 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos. Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

¹ Tomado del Código Sísmico de Costa Rica 2010. Figura 5.6.

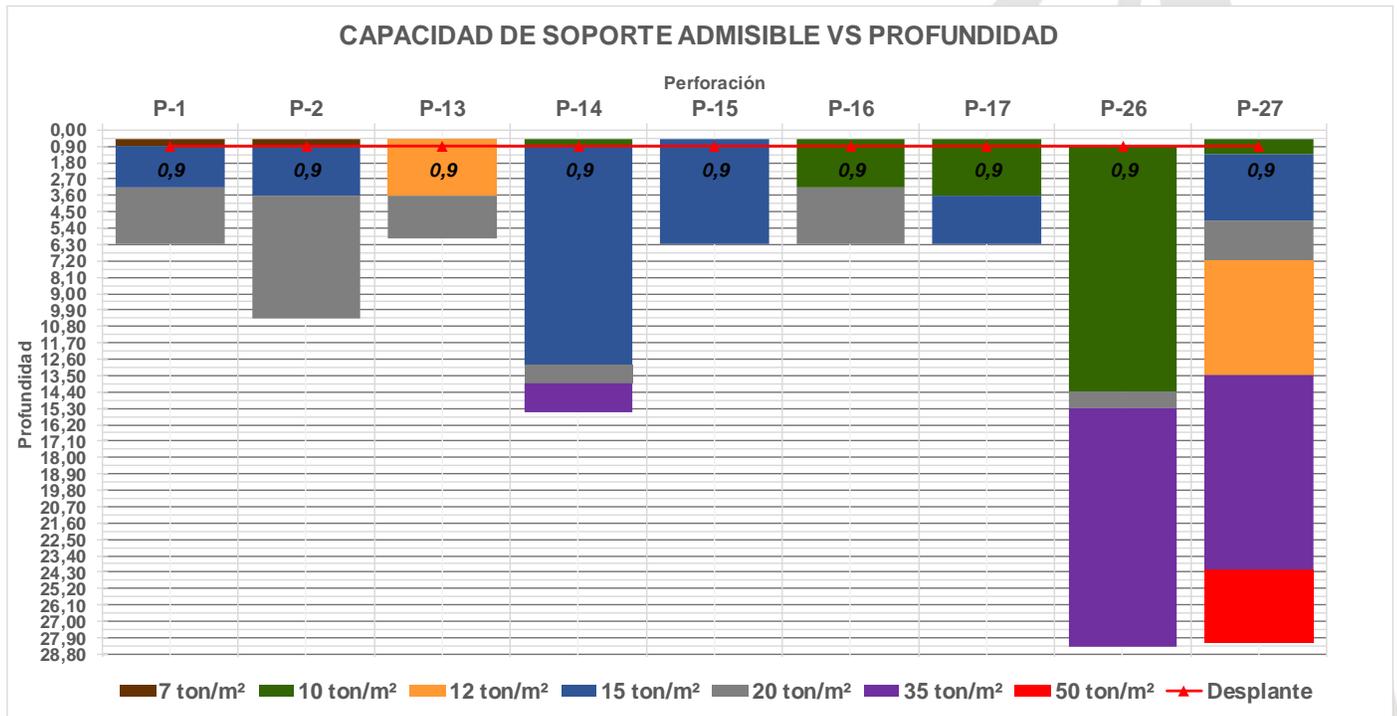


Gráfico 5.4.1.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificios 1 a 2 pisos

- **Edificaciones de tres y cuatro pisos:** (Sectores de P-3, P-4, P-24, P-25 y P-28)

Opción #1

Para cargas unitarias moderadas de las obras de tres y cuatro pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 10 ton/m² de capacidad de soporte admisible (30 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 3,0 m x 3,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Opción #2

Para cargas unitarias moderadas a pesadas de las obras de tres y cuatro pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 3,0 m x 3,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos.

Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

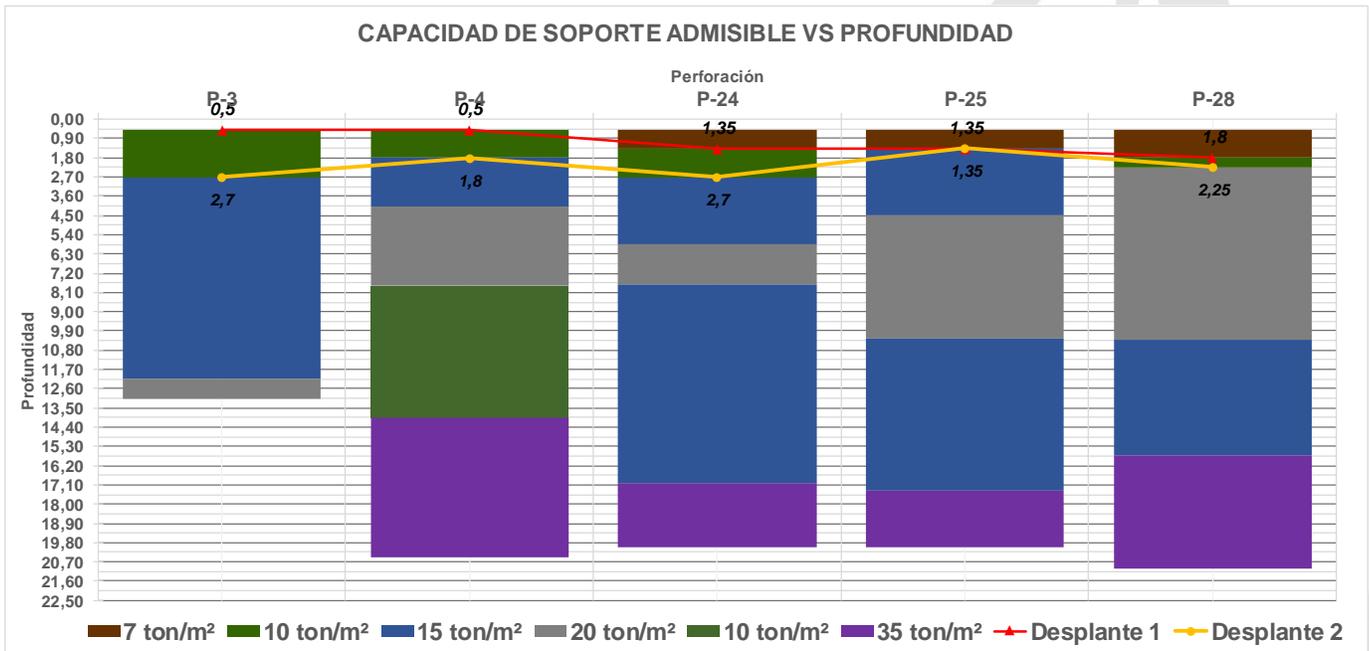


Gráfico 5.4.2.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificios 3 a 4 pisos

Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas.

- **Edificaciones de siete pisos:** (Sectores de P-21, P-22 y P-23)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Para cargas unitarias moderadas de las obras de siete pisos por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos. Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas. Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



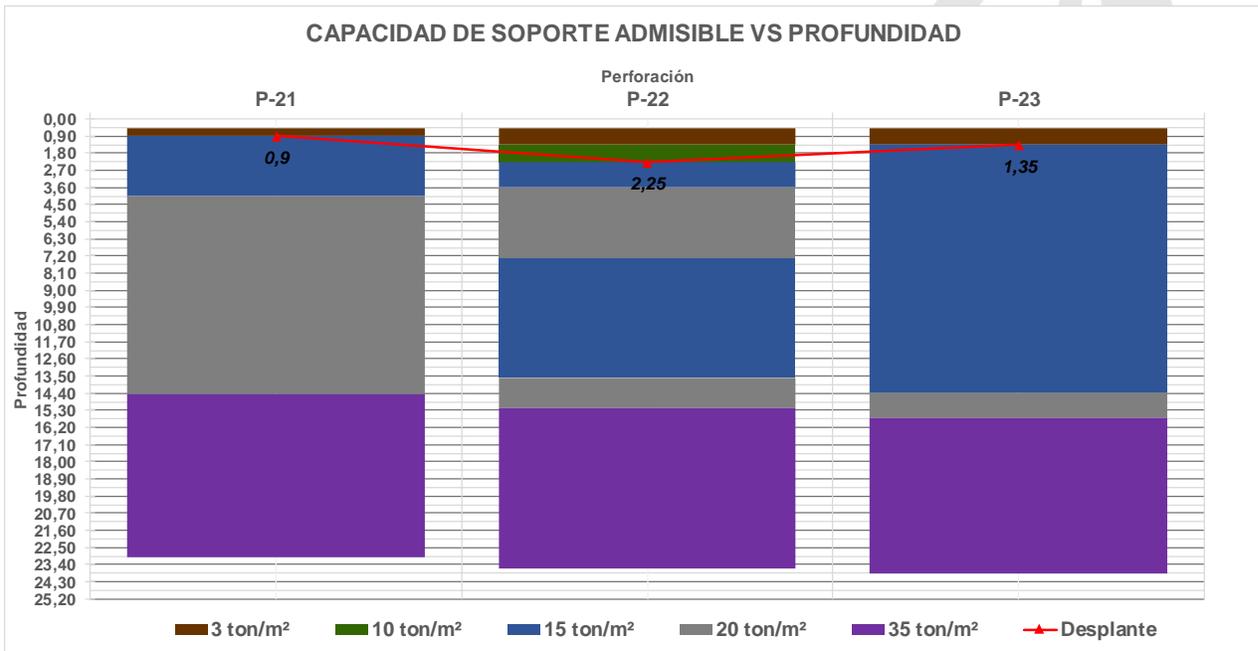


Gráfico 5.4.3.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificio 7 pisos

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de siete pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.3), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 18 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.1. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 7 pisos:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-21, P-22 y P-23	18,0	60	41,0	14,5
		80	54,7	25,9
		100	68,4	40,9

(1) Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=1,0 m del nivel de terreno al momento de perforar).

(2) Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

- **Edificaciones de ocho pisos:** (Sectores de P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Para cargas unitarias pesadas de las obras por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio de 20 ton/m² de capacidad de soporte admisible (60 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores. Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas.

Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

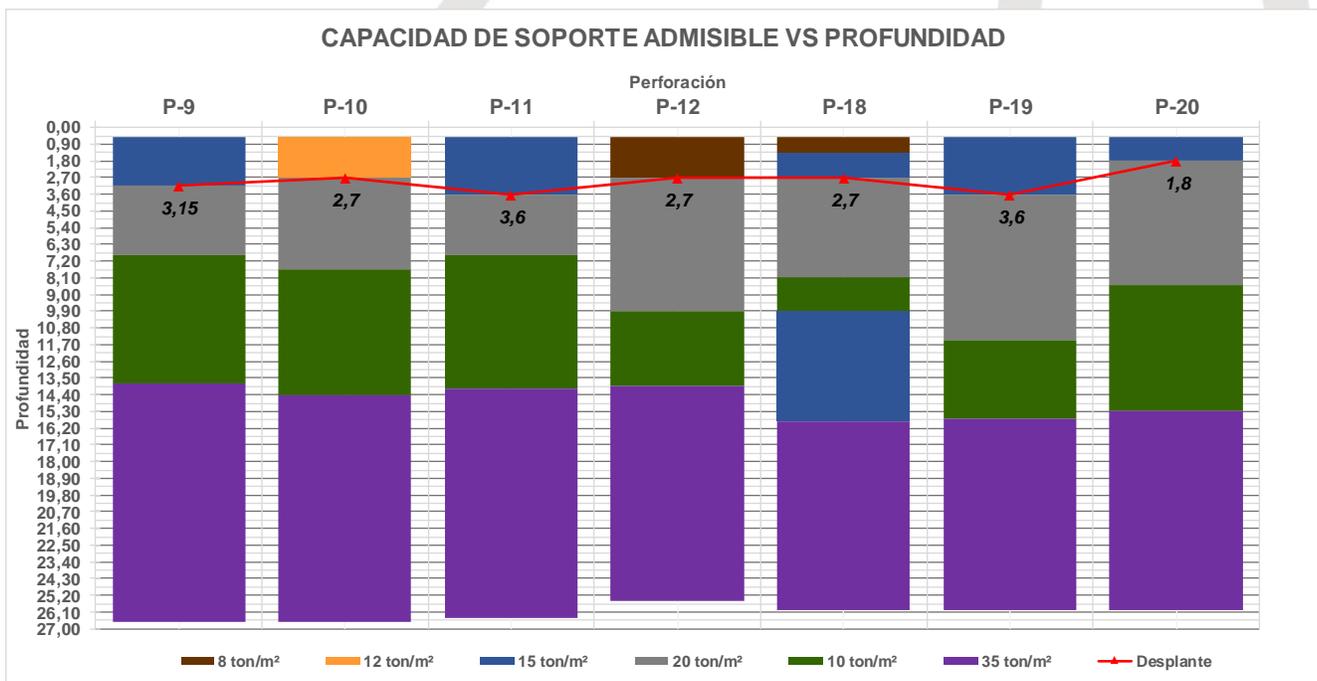


Gráfico 5.4.4.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificio 8 pisos

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de ocho pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.4), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 18 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma, se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.2. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 8 pisos sin sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-9, P-10, P-11, P-112, P-18, P-19 y P-20	18,0	60	37,6	14,5
		80	50,2	25,9
		100	62,7	40,9

⁽¹⁾ Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=1,0 m del nivel de terreno al momento de perforar).

⁽²⁾ Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

- **Edificaciones de ocho pisos con sótano:** (Sector de P-20)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Debido a que el edificio llevará un nivel de sótano en el sector de P-20, para lo cual deberán realizar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, a dichos niveles basados en los resultados de las perforaciones realizadas, para cargas unitarias moderadas de las fundaciones de la obra por construir, se puede usar 20 ton/m² de capacidad de soporte admisible (60 ton/m² a la falla), para cimientos corridos de hasta 1,0 m máximo de ancho o aislados de hasta 2,0 m x 2,0 m de lado máximo, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de ocho pisos con un nivel de sótano por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.4), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 14 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma, se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.3. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 8 pisos con sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-20	14,0	60	28,8	14,5
		80	38,4	25,9
		100	47,9	40,9

⁽¹⁾ Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto ($D_f=5,0$ m del nivel de terreno al momento de perforar [-1,0 m del nivel de corte de 4,0 m para el sótano]).

⁽²⁾ Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

- **Edificaciones de nueve pisos:** (Sectores de P-5, P-6, P-7 y P-8)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Para cargas unitarias moderadas a pesadas de las obras por construir, se recomienda apoyarse en los estratos naturales de sitio de 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla) que aparecen a las profundidades indicadas en la tabla 5.1.2, de los niveles actuales del terreno, por medio de cimientos corridos de 1,0 m a 2,0 m de ancho o aislados de 1,0 m x 1,0 m y hasta 4,0 m x 4,0 m de lado, de acuerdo con el análisis de asentamientos. Para lograr un nivel parejo y más superficial de desplante de los cimientos principalmente en el sector de P-8, se recomienda excavar en el área de éstos hasta las profundidades recomendadas, para luego rellenar con un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, elevando dicho buen relleno hasta las profundidades deseadas de desplante de placas, para sobre este buen relleno apoyarlas. Para una mejor visualización, presentamos un perfil gráfico con las profundidades a las que aparecen los diferentes estratos:

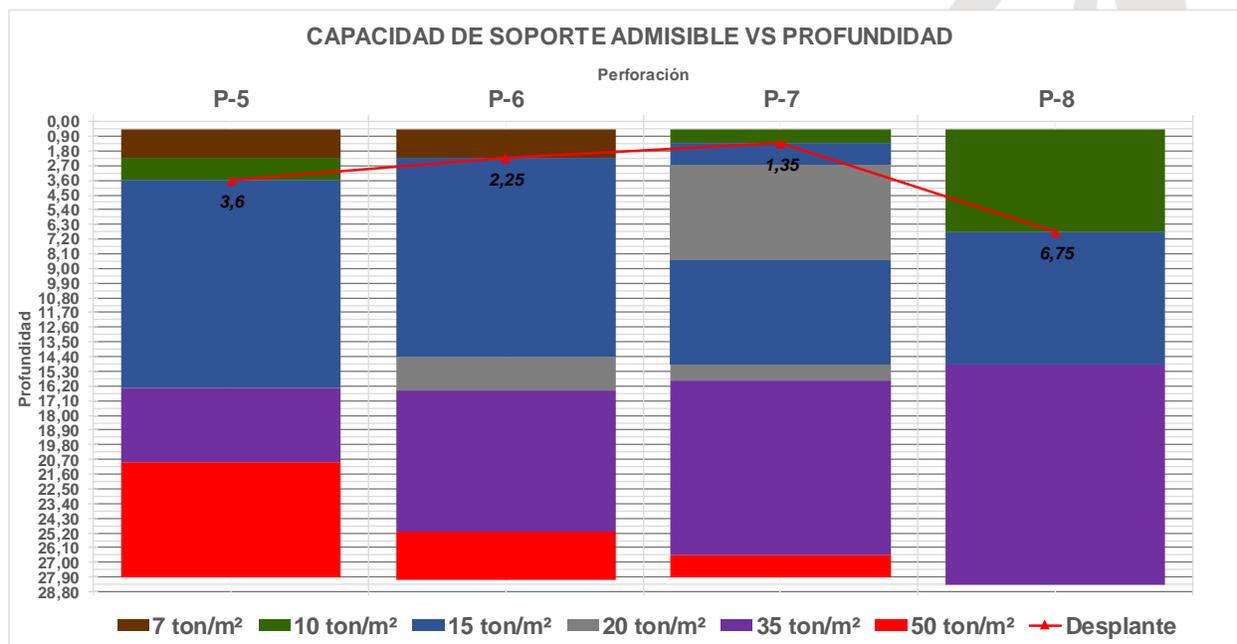


Gráfico 5.4.5.- Capacidad de soporte admisible vs profundidad Edificio 9 pisos

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de nueve pisos por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.5), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 17 m, quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.4. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 9 pisos sin sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-5, P-6, P-7 y P-8	17,0	60	33,2	14,7
		80	44,3	26,2
		100	55,4	41,5

(1) Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=1,0 m del nivel de terreno al momento de perforar).

(2) Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

- **Edificaciones de nueve pisos con sótano:** (Sectores de P-5 y P-6)

Opción #1: (cimientos convencionales)

Debido a que el edificio llevará un nivel de sótano en los sectores de P-5 y P-6, para lo cual deberán realizar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, a dichos niveles basados en los resultados de las perforaciones realizadas, para cargas unitarias moderadas de las fundaciones de la obra por construir, se puede usar 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible (45 ton/m² a la falla), para cimientos corridos de hasta 1,0 m máximo de ancho o aislados de hasta 2,0 m x 2,0 m de lado máximo, de acuerdo con el análisis de asentamientos y el análisis de bulbos de presión realizado debido a la presencia de estratos de menor resistencia a niveles inferiores.

Opción #2: (cimentación piloteada)

Para las fundaciones de los edificios de nueve pisos con un nivel de sótano por construir, debido a la alta profundidad a la que aparecen los estratos naturales y firmes de sitio (ver gráfico 5.4.5), se analizó la posibilidad de usar una cimentación en base a pilotes pre-excavados y colados en sitio, para lo cual se usó la metodología recomendada por el Código de Cimentaciones de Costa Rica, donde si estos fueran de 60 cm, 80 cm y 100 cm de diámetro, con una longitud mínima de 14,5 m; quedando de esta forma empotrados en el estrato natural y firme de sitio de 35 ton/m² de capacidad de soporte admisible. De esta forma se tendrían las siguientes capacidades de soporte admisible por pilote, incluido un factor de seguridad de tres.

Tabla 5.4.5. Tabla de capacidad por pilote para edificación de 9 pisos con sótano:

Sector de Perforación	Longitud total del pilote m	Diámetro del pilote cm	Resistencia admisible por fricción del pilote Toneladas ⁽²⁾	Resistencia admisible por punta del pilote Toneladas
P-5 y P-6	14,5	60	34,8	14,5
		80	46,4	26,0
		100	58,0	41,0

⁽¹⁾ Profundidades tomadas a partir del nivel de desplante de placa propuesto (Df=5,0 m del nivel de terreno al momento de perforar [-1,0 m del nivel de corte de 4,0 m para el sótano]).

⁽²⁾ Para obtener la capacidad por tensión se deben sumar a la fricción el peso del pilote.

La separación entre pilotes debiera ser de tres diámetros, para poder de esa forma usar en grupo, la resistencia individual del pilote.

Notas generales:

Debido a que se detecto la presencia de un nivel freático bastante superficial en la mayoría de los puntos investigados, y como se está proponiendo apoyarse debajo de dicha tabla de aguas, se deberán tomar las previsiones del caso para mantenerla abatida durante el proceso de sustitución y/o colado de los pilotes por medio de un sistema de bombeo automático permanente. Además, será de suma importancia colar un grueso sello de concreto apenas terminen de efectuar cada excavación de placa, para así evitar que la subpresión de la tabla de aguas pueda aflojar el fondo arenoso. De no seguir este lineamiento, puede aflojarse el fondo de las excavaciones, debiendo posteriormente sustituir el tramo de suelo que se aflojó con un concreto pobre.

Además, si en algún sector en el fondo de las excavaciones para las placas aparecieran los estratos de alta plasticidad de la capa G, se recomienda que exista debajo de las fundaciones como mínimo 0,75 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para de esta forma ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de contracción y expansión que pueden sufrir dichos suelos con los cambios bruscos de humedad. Aun así, se recomienda evitar filtraciones de agua hacia los suelos que quedaran debajo de las fundaciones.

Se deberá evitar que los suelos superficiales y de los fondos de las excavaciones para las placas de los edificios, sufran saturación, resecamiento, descompresión, o remoldeo, ya que produciría pérdida de la condición natural del mismo. En el caso de las excavaciones para las placas, sugerimos que una vez que se haya efectuado cada excavación de placa, se coloque de inmediato un sello de concreto.

En los pilotes colados in situ deberá realizarse una cuidadosa limpieza del fondo del agujero, de manera que se eliminen totalmente los sedimentos del fondo. Se advierte que una limpieza inadecuada puede producir asentamientos importantes causados por la compresión de estos sedimentos.

Para las excavaciones profundas en dicho terreno, se recomienda proteger las paredes, ello principalmente para evitar derrumbes y deslizamientos de suelo que producen lamentables riesgos laborales e inestabilizan las áreas circundantes.

Será de suma importancia evitar que, al efectuar excavaciones para las placas u otras, se desestabilicen los suelos de las edificaciones existentes en las colindancias de la propiedad. Para ayudar a evitar dicho riesgo se recomienda proteger con ademes las paredes de éstas durante el proceso constructivo, y rellenarlas de nuevo lo más rápidamente posible.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



5.5.- Licuefacción bajo sismos:

Este fenómeno tiene un efecto en el suelo que hace que éste pierda la resistencia al corte y se comporte como un fluido viscoso. Esto se da debido a alguna carga sísmica que se transmite al suelo y éste debido a ciertas características presenta un aumento en la presión de los poros, que implica una disminución en el esfuerzo efectivo.

Basados en la teoría de SEED E IDRIS, para que se produzca el estado de licuefacción bajo fuertes sismos (aceleración máxima mayor a 0,15 g); es necesario que en los suelos se presenten las siguientes condiciones simultáneamente:

- Arenas finas con granulometría específica (menos de un 20% de finos).
- Que las arenas estén sumergidas bajo el nivel freático.
- Que el N_{spt} sea inferior a 25 golpes/pie.
- Que el espesor de la capa sea superior a 1,0 m.

Para este caso en particular, aunque se detectó la presencia de una tabla de aguas en la mayoría de los puntos investigados, se descarta que se presente dicho fenómeno debido a la presencia de suelos cohesivos y el manto rocoso natural y firme de sitio.

5.6.- Estabilidad local de las obras:

De conformidad con lo establecido por la Ley de Planificación Urbana y su reglamento, en el caso de que el AP se localice sobre un terreno cuya pendiente promedio es igual o mayor al 15 %, o en su defecto, y a criterio de experto del profesional responsable, se encuentre en la zona inmediatamente adyacente a la base o parte superior de un talud natural o artificial cuya pendiente sea igual o superior al 15 %, deberá integrar como parte del estudio de suelos una evaluación de estabilidad de taludes y como consecuencia del mismo definirá las recomendaciones sobre el tipo de obras de prevención y mitigación que deberán aplicarse.

Por lo tanto, debido a que la topografía del terreno se muestra bastante plana y libre de taludes con fuertes pendientes, no se hace necesario efectuar análisis de estabilidad de taludes, pero se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

Se recomienda acomodar lo más posible las obras por construir a la topografía existente y aquellos cortes que generen taludes más fuertes que lo indicado en la sección 5.6.1, o la conformación de rellenos altos, confinarlos con muros de retención o similar, para de esa forma ayudar a disminuir el inicio de movimientos por desplazamientos.

Será de suma importancia darle un adecuado encauzamiento por medio de canales revestidos con concreto y drenajes a las aguas pluviales y servidas del proyecto, para de esa forma evitar que escurran libremente por el terreno, y mantener una adecuada vegetación, para de esa forma ayudar a disminuir los riesgos de erosión e inestabilidad.

Se deberá estar vigilante a que, en los terrenos aledaños, no se altere la condición natural del terreno, ya que ello podría iniciar un proceso de movimientos. En todo caso, de efectuarse cortes fuertes en dicho terreno o en las colindancias, se recomienda confinarlos por medio de muros de retención.

5.6.1.- Conformación de taludes en corte

Para conformar taludes de poca altura, lo más estables posibles en cortes, se recomienda acostar los estratos de las capas B, C, D, E, F, G, como máximo a una inclinación de 2,0 : 1,0 (Horizontal: Vertical), a los estratos de la capa H, darle una gradiente máxima 1,5 : 1,0 (H : V), y al manto rocoso natural y firme de sitio de lava andesítica de la capa I darle una gradiente máxima de 45°, debiendo evitar por completo el escurrimiento e infiltración de aguas pluviales y servidas, ya que ello ocasionaría erosionamiento, y por ende desestabilizaría los taludes.

Aquellos tramos del talud que queden conformados con los suelos de alta plasticidad (capa G), además de evitar la saturación, se debe también evitar lo contrario, o sea el resecamiento, ya que, si éste se da, se agrietan dichos mantos arcillosos, y se desprende de los taludes en forma de bloques. O sea, que, para ayudar a evitar ambas condiciones, es necesario proteger dichos taludes por medio de vegetación idónea, o similar.

Si por motivo de espacio no pudieran conformar los taludes con las gradientes recomendadas, estos se podrían proteger total o parcialmente su altura, por medio de muros de retención, o una combinación muro-talud.

5.6.2.- Taludes temporales para las excavaciones del sótano:

Como requieren construir un nivel de sótano, necesitarán efectuar una excavación del orden de los 4,0 m de profundidad, por lo tanto, para ayudar a disminuir los riesgos por estabilidad de los taludes temporales, se propone acostarlos lo más posible (1:1), y luego por tramos cortos irlos cortando verticalmente, para construir de inmediato los muros de retención, o paredes muros. Para tal efecto se deberá tener un excelente control de las aguas pluviales y servidas del proyecto, de forma que se pueda evitar el escurrimiento y filtraciones hacia los taludes, como también evitar instalar maquinaria pesada y vibratoria en la parte superior de éstos. De no existir espacio para inclinar los taludes, se deberán proteger por medio de una tablestaca o similar.

Si requirieran desde un inicio que los cortes de los taludes queden verticales, en tal caso se requeriría irlos protegiendo gradualmente a cómo avanza la excavación por medio de muros o pantallas con anclajes provisionales.

Si estas excavaciones quedaran muy cercanas a las edificaciones colindantes, podría descompresionar el subsuelo en esos sectores, y provocar serios daños a las construcciones vecinas. Para evitar lo anterior se recomienda proteger desde el inicio los taludes por medio de una tablestaca o similar.

5.7.- Pisos de las obras:

Edificaciones de uno a cuatro pisos: (Sectores de P-1, P-2, P-3, P-4, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27)

Para los pisos de los edificios de uno a cuatro pisos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A) de baja calidad, el cual tiene entre 0,15 m a 0,90 m de espesor en los sectores de P-1, P-2, P-3, P-4, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-26 y P-27; para luego colocar como mínimo 0,35 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

Edificaciones de tres pisos y siete pisos para parqueos: (Sectores de P-21, P-22, P-23, P-24, P-25 y P-28)

Para los pisos de los edificios de tres y siete pisos para parqueos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A), el cual tiene entre 0,20 m y 0,55 m de espesor en los sectores de P-21, P-22, P-23, P-24, P-25 y P-28, para luego colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y así proceder al colado de las losas de pavimento de 15 cm de espesor, con concreto para 245 kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días de edad (37 kg/cm² de resistencia a la flexión), con revenimiento patrón máximo de 8 cm, usando un agregado de tamaño máximo de 38,1 mm (1½"), debiendo dejar juntas de contracción a cada 2,5 m de separación máxima, y entre ellas colocar dovelas de acero.

En caso de implementar la cimentación piloteada para el edificio de siete pisos por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

Edificaciones de ocho y nueve pisos: (Sectores de P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20)

Para los pisos de los edificios de ocho y nueve pisos por construir, se recomienda eliminar por completo el espesor de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico (capa A) de baja calidad, el cual tiene entre 0,15 m a 0,50 m de espesor en los sectores de P-5, P-6, P-7, P-8, P-9, P-10, P-11, P-12, P-18, P-19 y P-20; para luego colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas) que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

En caso de implementar la cimentación piloteada para los edificios de ocho y nueve pisos por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

Edificaciones de ocho y nueve pisos con sótano: (Sector de P-5, P-6 y P-20)

Para los pisos de las obras por construir, debido a que los edificios llevarán un nivel de sótano, para lo cual requerirán efectuar un corte de 4,0 m aproximadamente, a dichos niveles quedarían expuestos los estratos naturales de sitio de la capa B, sobre los cuales se recomienda colocar como mínimo 0,40 m de espesor de un buen material granular (lastres o gravas), que cumpla con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, y sobre este buen relleno proceder al colado de losas de concreto armado, las cuales se recomiendan desligar de las paredes.

Optativamente, como se está recomendando una cimentación piloteada para dichos edificios por construir, lo cual tendrá que contemplar amarrar superficialmente el grupo de pilotes por medio de una losa armada, se propone analizar la posibilidad de que dicha losa trabaje como un entrepiso suspendido del nivel del terreno. Con lo que, al no estar en contacto con los suelos de sitio, no requeriría de efectuar sustituciones para los pisos, y además no tendrían problemas por asentamientos.

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



Notas:

Si en algún sector a nivel de subrasante para los pisos de los edificios afloraran estratos de alta plasticidad de la capa G, se recomienda incrementar el espesor de material granular (lastres o gravas) a 0,75 m de espesor mínimo, el cual deberá cumplir con las normas de calidad de sub-base del CR-2010 MOPT (Ver tabla 5.7.1), compactado en capas al 95% del Proctor modificado, para de esta forma ayudar a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción que podrán sufrir dichos suelos con los cambios bruscos de humedad.

Para el caso de los pisos superficiales se recomienda que el nivel de piso terminado quede a una altura mayor a las áreas externas de los jardines o similar, para con ello evitar problemas de humedad y filtración de aguas hacia los pisos y paredes, principalmente tomando en cuenta la presencia de un nivel freático bastante somero.

Con respecto a los pisos de las edificaciones con sótano, debido a que se detectó la presencia de un nivel freático bastante superficial en la mayoría de los puntos investigados, se deberá diseñar un sistema de bombeo automático permanente para de esta forma mantener abatido dicho nivel freático y evitar problemas por humedad en pisos y paredes o inundaciones en el sótano.

Tabla 5.7.1. Especificaciones CR-2010 MOPT, para material granular de sub-base²:

Ítem	Especificación CR-2010 MOPT	
Límite líquido	≤25	
Índice plástico	≤4	
Índice de soporte (CBR)	≥30 al 95% de compactación	
	Graduación (A)	Graduación (B)
Malla	% pasando	% pasando
63 mm (2½")	100	----
50 mm (2")	97 – 100	100
37,5 mm (1½")	----	97 – 100
25 mm (1")	65 – 79	----
12,5 mm (½")	45 – 59	----
4,75 mm (# 4)	28 – 42	40 – 60
0,425 mm (#40)	9 – 17	
0,075 mm (# 200)	4 – 8	4 – 12

² Tomado de: "Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, CR – 2010".

5.8.- Fuerzas Laterales: (Muros de retención)

Para mejorar el contacto vertical suelo muro se propone colocar en el paramento interno del muro 30 cm de espesor de una piedra triturada, dejando una adecuada salida al agua, para aliviar eventuales presiones hidrostáticas. Así, para el cálculo del empuje lateral de los suelos contra muros de retención, usando la teoría de Rankine, se pueden usar los siguientes parámetros:

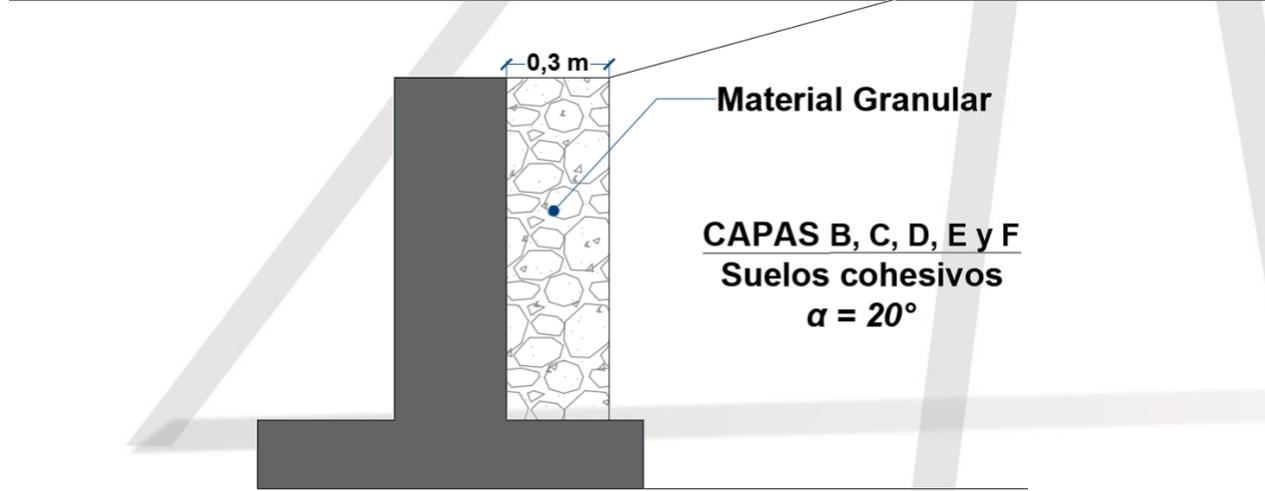
Capas B, C, D, E y F:

Peso unitario húmedo promedio:	1,78 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	20°
Coeficiente de presión activa, K _A :	0,49
Coeficiente de presión pasiva, K _P :	2,04
Coeficiente de fricción suelo-placa:	0,35

Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral

Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.

Los cimientos de los muros colocados en un plano horizontal del terreno deberán estar apoyados en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 15 ton/m² (Ver tabla 5.1.2).



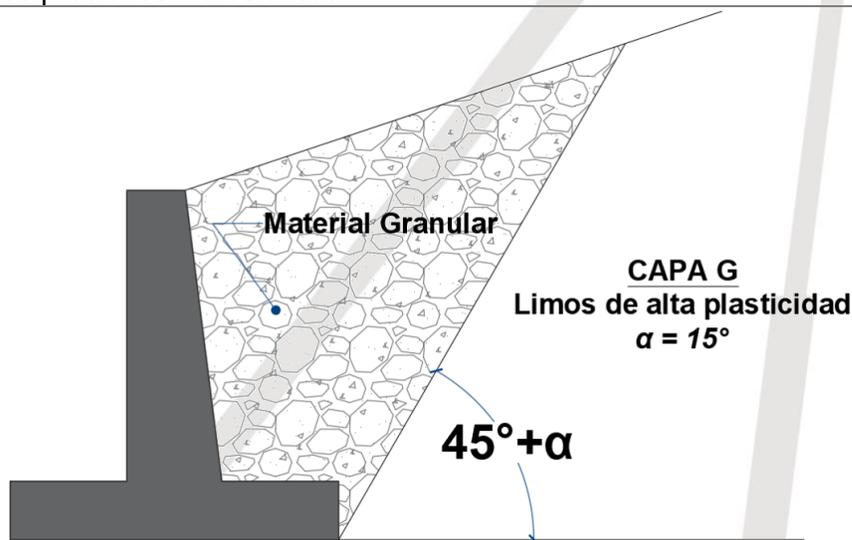
Capa G:

Como la capa G está compuesta por suelos altamente compresibles y para evitar problemas de empuje lateral contra el muro por hinchamiento de los limos de alta plasticidad, se recomienda sustituir la cuña de arcillas adyacentes al muro, con un material granular compactado al 91% del próctor estándar. Esta cuña sube de la placa hacia adentro con una gradiente de 45 grados, más el ángulo de fricción interna del suelo expansivo (ver esquema al pie del párrafo). Se debe además construir un drenaje vertical en todo el paramento interno del muro, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas. Así para el cálculo del empuje lateral del material granular (lastre o piedra triturada de chorro con CBR mínimo de 30, no plástico, y bien graduado) que conformarán en dicha cuña del muro y usando la teoría de Rankine, se pueden usar los siguientes parámetros:

Peso unitario húmedo estimado:	2,00 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	30°
Coeficiente de presión activa, K _A :	0,33
Coeficiente de presión pasiva, K _P :	3,00

Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral

Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.



Capa H:

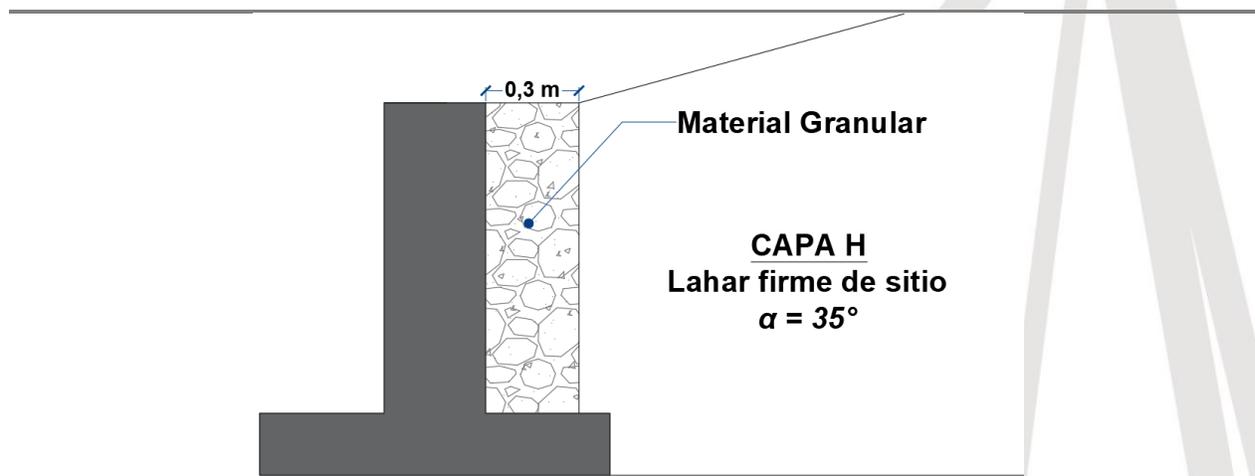
Para mejorar el contacto vertical suelo muro se propone colocar en el paramento interno del muro 30 cm de espesor de una piedra triturada, dejando una adecuada salida al agua, para aliviar eventuales presiones hidrostáticas. Así, para el cálculo del empuje lateral de los suelos contra muros de retención, usando la teoría de Rankine, se pueden usar los siguientes parámetros:

Peso unitario húmedo promedio:	2,00 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	35°
Coeficiente de presión activa, K _A :	0,27
Coeficiente de presión pasiva, K _P :	3,69
Coeficiente de fricción suelo-placa:	0,45

Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral

Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.

Los cimientos de los muros colocados en un plano horizontal del terreno deberán estar apoyados en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 35 ton/m² (Ver tabla 5.1.2).

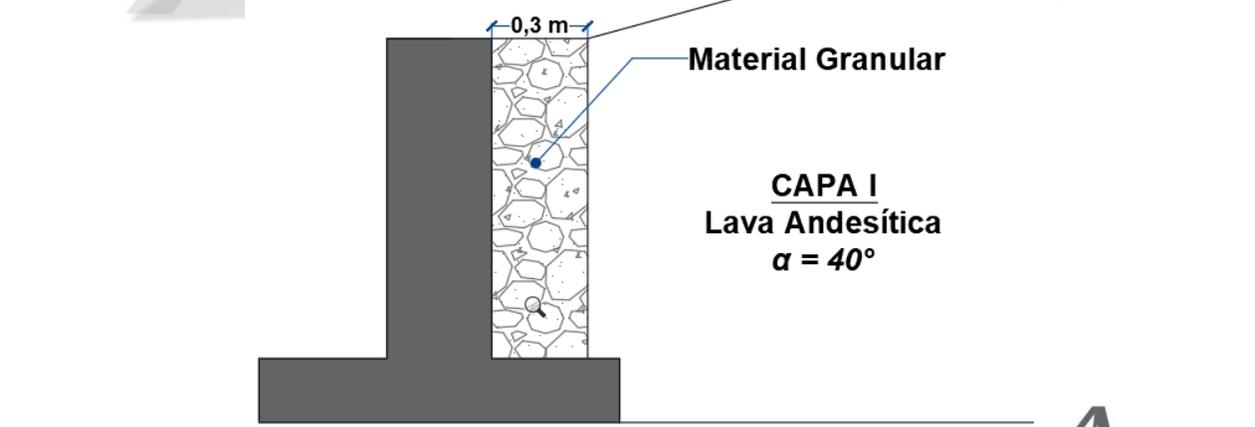


Capa I:

Peso unitario húmedo promedio:	2,23 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	40°
Coeficiente de presión activa, K_A :	0,22
Coeficiente de presión pasiva, K_P :	4,60
Coeficiente de fricción roca-placa:	0,60
Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral	

Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.

Los cimientos de los muros colocados en un plano horizontal del terreno deberán estar apoyados en los estratos naturales de sitio iguales o superiores a 50 ton/m² (Ver tabla 5.1.2).



Relleno de material granular compactado al 95% del próctor estándar:

Peso unitario húmedo estimado:	2,00 ton/m ³
Ángulo de fricción interna a futuro estimado:	30°
Coeficiente de presión activa, K _A :	0,33
Coeficiente de presión pasiva, K _P :	3,00
Valor de cohesión a futuro nulo, para el empuje lateral.	
Se recomienda construir un drenaje en el paramento interno de los muros, para de esa forma evitar eventuales presiones hidrostáticas.	

5.9.- Rellenos:

Para conformar rellenos de buena calidad, se recomienda eliminar por completo el espesor de rellenos artificiales heterogéneos de suelos cohesivos contaminados con orgánico (capa A) de baja calidad, los cuales tienen entre 0,15 m y 0,90 m de espesor en los puntos investigados, y luego banquear el suelo natural de sitio, para evitar conformar rellenos sobre planos inclinados de falla.

Luego, debido a la alta saturación de los suelos de sitio y presencia de suelos de alta plasticidad, se recomienda conformar cualquier relleno usando materiales granulares (lastres o gravas) ya que con éstos se logran humedades adecuadas de compactación, y además se ayudaría a disminuir el riesgo por movimientos de expansión y contracción en las zonas donde el relleno se conforme sobre los suelos de alta plasticidad de la capa G, así como también poder establecer estimaciones más certeras de posibles asentamientos de obras apoyadas sobre dichos rellenos.

Si requieren apoyar cimentaciones sobre rellenos artificiales de espesor importante (mayor a 1,0 m), se recomienda efectuar un estudio de suelos con perforaciones complementarias, una vez conformado dicho relleno, para de esa forma cuantificar la capacidad de soporte admisible del mismo y el grado de asentamientos, considerando su estado saturado.

6.- DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE:

Se efectuaron nueve sondeos manuales en el campo para determinar la estratigrafía existente en el área de las calles internas del proyecto, tomando muestras alteradas para efectuar límites de Atterberg (ASTM D-4318, Instrucción de ensayo IE-15*), graduación (Documento Interno: IE-13 e IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117), clasificación unificada** (Norma Internacional ASTM D-2487), Próctor estándar* (Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99) y CBR (Valor de CBR* a 0,254 cm de penetración, Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883); y con dicha información se procedió a efectuar los diseños de espesores de pavimento rígido y flexible, usando la Guía de la AASHTO del año 1993.

Como primera medida para la construcción de dicho pavimento, se deberá remover por completo los espesores de relleno artificial heterogéneo de suelos cohesivos contaminado con orgánico, y arcilla expansiva, detectados en los sondeos realizados (Ver sección 6.4), para luego colocar la estructura de pavimento rígido o flexible que se indican a continuación:

6.1.- Diseño de espesores de pavimento flexible:

Tabla 6.1.1. Espesores mínimos de pavimento flexible para tránsito liviano con ocasional pesado:

Tipo de capa	Espesor cm	Sección típica (Dibujo sin escala)
Carpeta asfáltica	7,5	<p>El diagrama muestra una sección transversal de un pavimento flexible con cuatro capas distintas. Desde arriba hacia abajo: una capa de Carpeta Asfáltica de 7,5 cm de espesor, representada por un patrón de líneas horizontales; una capa de Base Granular de 15 cm, representada por un patrón de puntos; una capa de Sub-base Granular de 35 cm, representada por un patrón de círculos de diferentes tamaños; y una capa de Subrasante compactada, representada por un patrón de líneas rectas paralelas. Las espesores de cada capa están indicados a la derecha del diagrama con líneas azules y flechas azules que apuntan a cada capa desde el texto de la tabla.</p>
Base granular (CBR= 80 al 95% Mod.)	15	
Sub-base (CBR= 30 al 95% Mod.)	35	
Subrasante (suelo) (Compactada al 91% del proctor estándar)		

Los materiales y el sistema constructivo a utilizar en dicho pavimento deberán satisfacer las normas del CR-2010 MOPT.

Cuando ya tengan la gaveta al nivel de rasante, favor avisarnos para revisar el fondo de ésta; para así verificar que en la totalidad del área se encuentren los estratos de suelos detectados en los sondeos realizados.

Debido a que la zona en épocas de invierno generalmente presenta alta saturación de los suelos superficiales, a la hora de realizar los cortes para la subrasante de las calles internas del hospital, se recomienda colocar 0,30 m de espesor de un lastrón grueso o piedra bola de 4" a 6", colocando una primera capa de 0,15 m y que la maquinaria pesada lo embeba en los suelos de sitio, para luego colocar la siguiente capa de 0,15 m hasta que la maquinaria "camine" sobre este adecuado relleno (de 0,30 m de espesor total) sin deformaciones importantes. Finalmente, sobre este piso, colocar la estructura de pavimento recomendada.

Tabla 6.1.2. Parámetros usados para el diseño de pavimento flexible:

Metodología de la Guía AASHTO del año 1993 y experiencia profesional	
ESAL: (equivalente 18 kips)	1,83 x 10 ⁶ ejes
Vida útil	20 años
Nivel de confianza, R	80%
Desviación estándar, S₀	0,45
Índice de servicio terminal PSI (p_t)	2,0
Índice de servicio inicial PSI (p₀)	4,5
Cambio total en índice de servicio, ΔPSI (p₀ – p_t)	2,5
Coefficientes de drenabilidad, m₂=m₃	0,9
Factor de distribución direccional, D_D	1,0
Factor de distribución de línea, D_L	1,0
M_R asfalto, psi	450 000
M_R base granular, psi	30 000
M_R sub-base granular, psi	15 000
M_R subrasante (CBR = 5,2), psi	7 800
Valor estructural de la carpeta asfáltica, SN₁	1,181
Valor estructural de la base granular, SN₂	0,744
Valor estructural de la sub-base, SN₃	1,364
Valor estructural del paquete, SN*	3,29
Valor estructural requerido, SN_{nec}	3,28
Coefficiente estructural Carpeta asfáltica	0,40
Coefficiente estructural Base granular (CBR 80 al 95% Mod)	0,14
Coefficiente estructural Sub-base (CBR 30 al 95% Mod)	0,11

6.2.- Diseño de espesores de pavimento rígido:

Tabla 6.2.1. Espesores mínimos de pavimento rígido para tránsito liviano con ocasional pesado:

Tipo de capa	Espesor cm.	Sección típica (Dibujo sin escala)
Losa de concreto ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) [flexión = 42 kg/cm^2]	20	
Sub-base ($CBR=30$ al 95% Mod.)	40	
Subrasante (suelo) (compactada al 91% del Proctor estándar)		

El concreto para el pavimento deberá ser como mínimo de 280 kg/cm^2 a los 28 días de resistencia a la compresión, con una resistencia a la flexión mínima de 42 kg/cm^2 . Además, el concreto no deberá tener un revenimiento patrón mayor a 8 cm, pero se permite el uso de aditivos para subir el revenimiento para una mejor trabajabilidad. El agregado que se utilice deberá ser de tamaño máximo 2,54 cm (1") y todos (finos y gruesos) deberán cumplir con las normas de calidad de la ASTM C-33. Dicho concreto deberá mantenerse en cura constante por medio del riego adecuado de agua durante 14 días. De usarse algún tipo de membrana para la cura del concreto, ésta deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero Inspector. También se deberán dejar juntas de contracción a cada 3 m de separación máxima y entre ellas colocar dovelas de acero # 6 de 45 cm de longitud y a 30 cm de separación. Luego se sellarán las juntas con algún epóxico especial para dicho uso.

Los materiales y el sistema constructivo a utilizar en dicho pavimento deberán satisfacer las normas del CR-2010 MOPT.

Cuando ya tengan la gaveta al nivel de rasante, favor avisarnos para revisar el fondo de ésta; para así verificar que en la totalidad del área se encuentren los estratos de suelos detectados en el sondeo realizado.

Debido a que la zona en épocas de invierno generalmente presenta alta saturación de los suelos superficiales, a la hora de realizar los cortes para la subrasante de las calles internas del hospital, se recomienda colocar 0,30 m de espesor de un lastrón grueso o piedra bola de 4" a 6", colocando una primera capa de 0,15 m y que la maquinaria pesada lo embeba en los suelos de sitio, para luego colocar la siguiente capa de 0,15 m hasta que la maquinaria "camine" sobre este adecuado relleno (de 0,30 m de espesor total) sin deformaciones importantes. Finalmente, sobre este piso, colocar la estructura de pavimento recomendada.

Tabla 6.2.2. Parámetros usados para el diseño de pavimento rígido:

Metodología de la Guía AASHTO del año 1993 y experiencia profesional	
ESAL (equivalente 18 kips)	1,83 x10 ⁶ ejes
Vida útil	20 años
Nivel de confianza, R	80%
Desviación estándar, S₀	0,35
Índice de servicio terminal PSI (p_t)	2,5
Índice de servicio inicial (p₀)	4,5
Cambio total en índice de servicio, ΔPSI (p₀ – p_t)	2,0
Coeficiente de drenabilidad, C_d	1,0
Módulo de elasticidad del concreto, E_c	3,6 x 10 ⁶ psi (2,5 x 10 ⁵ kg/cm ²)
Módulo de ruptura del concreto, S'_c	600 psi (42 kg/cm ²)
Coeficiente de transferencia de carga, J	2,8
Factor de pérdida de soporte, L_s	1,0
Módulo de elasticidad de la sub-base granular, E_{SB}	20 000 psi
M_R Subrasante: (CBR = 5,2)	7 800 psi
K (corregida)	160 pci

6.3.- Tráfico promedio diario (T.P.D):

La información del Tráfico Promedio Diario para el área de pavimentos fue estimada en un total de 250 ejes/día, con una vida útil de 20 años, con lo cual obtenemos un Esal de 1,83 x10⁶ ejes (tránsito de diseño), por lo que éste fue el valor utilizado para realizar los diseños de espesores de pavimento flexible y rígido.

6.4.- Sondeos de campo para pavimentos:

Tabla 6.4.1.- Estratigrafía detectada en los sondeos:

Sondeo #	Profundidad del estrato, m	Descripción del estrato ----
S-1	0,00 a 0,45	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,45 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #1).
S-2	0,00 a 0,35	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,35 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #2).
S-3	0,00 a 0,60	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,60 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #3).
S-4	0,00 a 0,45	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,45 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #4).
S-5	0,00 a 0,40	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,40 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #5).
S-6	0,00 a 0,60	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,60 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #6).
S-7	0,00 a 0,60	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,60 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #7).
S-8	0,00 a 0,70	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,70 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #8).
S-9	0,00 a 0,50	Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
	0,50 a 1,20	Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras. (CBR #9).

Tabla 6.4.2.- Pruebas de calidad a la subrasante de sitio:

Muestra	CBR #1	CBR #2	CBR #3			
Sondeo	S-1	S-2	S-3			
Profundidad, m	0,45 a 1,20	0,35 a 1,20	0,60 a 1,20			
<i>Límites de Atterberg, método de preparación seco*</i> Documento Interno: IE-15, Norma Internacional: ASTM D 4318						
Límite líquido	65	64	64			
Índice plástico	24	20	22			
Límite contracción, %	12	7	9			
<i>Granulometría*</i> Documento Interno: IE-13, IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117						
Malla	% pasando	% pasando	% pasando			
# 4	100	100	100			
# 10	91	94	92			
# 40	79	76	73			
# 200	60	56	52			
Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	MH-SM	MH-SM			
Clasificación unificada: ASTM D-3282**	A-7-5	A-7-5	A-7-5			
<i>Proctor Estándar*</i> Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99						
Densidad máxima, kg/m ³	1150	1140	1150			
Humedad óptima, %	43	42	44			
<i>Ensayo de CBR, (Valor de CBR a 0,254 cm y 0,508 cm de penetración) *</i> Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883						
Valor a:	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm
Al 95% compactación	10,1	8,6	10,3	8,9	9,8	8,2
Al 91% compactación	7,7	6,6	7,9	6,7	7,2	6,4
Al 87% compactación	5,4	4,6	5,8	4,8	5,0	4,1
Expansión del CBR, %	0,6		0,5		0,6	

Continuación - **Tabla 6.4.2.- Pruebas de calidad a la subrasante de sitio:**

Muestra	CBR #4	CBR #5	CBR #6
Sondeo	S-4	S-5	S-6
Profundidad, m	0,45 a 1,20	0,40 a 1,20	0,60 a 1,20

Límites de Atterberg, método de preparación seco*

Documento Interno: IE-15, Norma Internacional: ASTM D 4318

Límite líquido	70	59	63
Índice plástico	28	26	30
Límite contracción, %	14	7	12

Granulometría*

Documento Interno: IE-13, IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117

Malla	% pasando	% pasando	% pasando
# 4	100	100	100
# 10	90	92	88
# 40	77	71	73
# 200	64	49	57

Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	MH-SM	MH-SM
Clasificación unificada: ASTM D-3282**	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Proctor Estándar*

Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99

Densidad máxima, kg/m ³	1150	1140	1140
Humedad óptima, %	42	42	45

Ensayo de CBR, (Valor de CBR a 0,254 cm y 0,508 cm de penetración) *

Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883

Valor a:	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm
AI 95% compactación	11,2	9,5	9,1	7,8	9,3	7,9
AI 91% compactación	8,5	7,2	6,3	5,2	6,5	5,6
AI 87% compactación	5,5	4,7	4,4	3,9	4,2	4,0

Expansión del CBR, %	0,8	0,4	0,9
----------------------	-----	-----	-----

Continuación - **Tabla 6.4.2.- Pruebas de calidad a la subrasante de sitio:**

Muestra	CBR #7	CBR #8	CBR #9
Sondeo	S-7	S-8	S-9
Profundidad, m	0,60 a 1,20	0,70 a 1,20	0,50 a 1,20

Límites de Atterberg, método de preparación seco*

Documento Interno: IE-15, Norma Internacional: ASTM D 4318

Límite líquido	68	64	61
Índice plástico	27	29	19
Límite contracción, %	12	9	4

Granulometría*

Documento Interno: IE-13, IE-12, Norma Internacional: ASTM C-136 y C-117

Malla	% pasando	% pasando	% pasando
# 4	100	100	100
# 10	88	84	94
# 40	75	69	76
# 200	60	37	58

Clasificación unificada: ASTM D-2487**	MH-SM	MH-SM	MH-SM
Clasificación unificada: ASTM D-3282**	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Proctor Estándar*

Documento Interno: IE-04, Norma Internacional: AASHTO T-99

Densidad máxima, kg/m ³	1150	1140	1120
Humedad óptima, %	42	45	47

Ensayo de CBR, (Valor de CBR a 0,254 cm y 0,508 cm de penetración) *

Documento Interno: IE-18, Norma Internacional: ASTM D-1883

Valor a:	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm	0,254 cm	0,508 cm
Al 95% compactación	9,7	8,3	9,5	8,1	9,3	7,9
Al 91% compactación	7,3	6,2	7,3	6,2	7,1	6,1
Al 87% compactación	5,3	4,5	4,8	4,1	4,6	3,9

Expansión del CBR, %	0,7	0,7	0,8
----------------------	-----	-----	-----

7.- DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO:

7.1.- Aplicabilidad de los resultados:

Los sondeos exploratorios realizados por medio del sistema de perforación estándar SPT y a rotación con broca de diamante, así como los diferentes ensayos de campo y de laboratorio realizados, permitieron determinar el perfil del subsuelo en el área donde se proyecta construir el proyecto, y en base a los resultados obtenidos se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones que se presentan en este informe geotécnico.

7.2.- Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto:

En cuanto a tareas pendientes, desde el punto de vista geotécnico se estima que con la cantidad y naturaleza de los ensayos realizados es suficiente para permitir que los diseñadores tengan parámetros base para realizar los diseños y propuestas técnicas; sin embargo, si durante la ejecución de la etapa constructiva se encuentra alguna variación de las condiciones esquematizadas en el reporte, o si se implementan cambios en el diseño del proyecto, se deberá dar información para que pueda revisarse y de ser necesario modificarlo, por lo que esta eventualidad será si aplica, una tarea pendiente del desarrollador. Tampoco se esperan fases posteriores de desarrollo, la naturaleza del proyecto no prevé fases posteriores.

7.3.- Incertidumbres no resueltas:

Cualquier situación no contemplada en este informe y que se presente en la etapa constructiva se nos deberá consultar al respecto, esto por cuanto por la naturaleza de los ensayos (puntuales) no se puede predecir con absoluta certeza las condiciones generales del suelo, sin embargo, se debe decir, que no existen incertidumbres conocidas que permanezcan como no resueltas, que hayan permanecido sin atención técnica o que hubiesen requerido ensayos adicionales.

Dado que existe la posibilidad que las condiciones encontradas varíen en otros puntos, se recomienda solicitar los servicios de un técnico en mecánica de suelos, para que pueda revisar los fondos de las excavaciones para las placas, para de esa forma verificar que se están apoyando en los estratos propuestos en este informe. De encontrarse suelos distintos en algún sector, se deberán efectuar investigaciones adicionales de confirmación y la revisión profesional correspondiente.

7.4.- Viabilidad geotécnica del terreno:

Como conclusión general y de acuerdo con los resultados obtenidos de las veintiocho perforaciones realizadas, se puede considerar que este terreno es apto para la construcción del proyecto en mención, pero se deberán seguir las recomendaciones brindadas en este informe, el cual se complementa como un proyecto geotécnicamente viable.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. **Código Sísmico de Costa Rica**. Primera Edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2011.
- George B. Sowers, George F. Sowers. **Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones**. Primera Edición. Editorial Limusa-Wiley S.A., México D.F., 1972.
- Donald P. Coduto. **Foundation Design: Principles and Practices**. Editorial Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, United States of America, 1994.
- Asociación Costarricense de Geotecnia. **Código de Cimentaciones de Costa Rica**. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2009.
- Wayne C. Teng. **Foundation Design**. Editorial Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, United States of America, 1962.
- Joseph E. Bowles. **Foundation Analysis and Design**. Fourth Edition. Editorial McGraw-Hill, Inc. New York, United States of America, 1988.
- Denyer, P. & Arias, O. (1991). **Estratigrafía de la región central de Costa Rica**. Revista Geológica de América Central, 1-56.

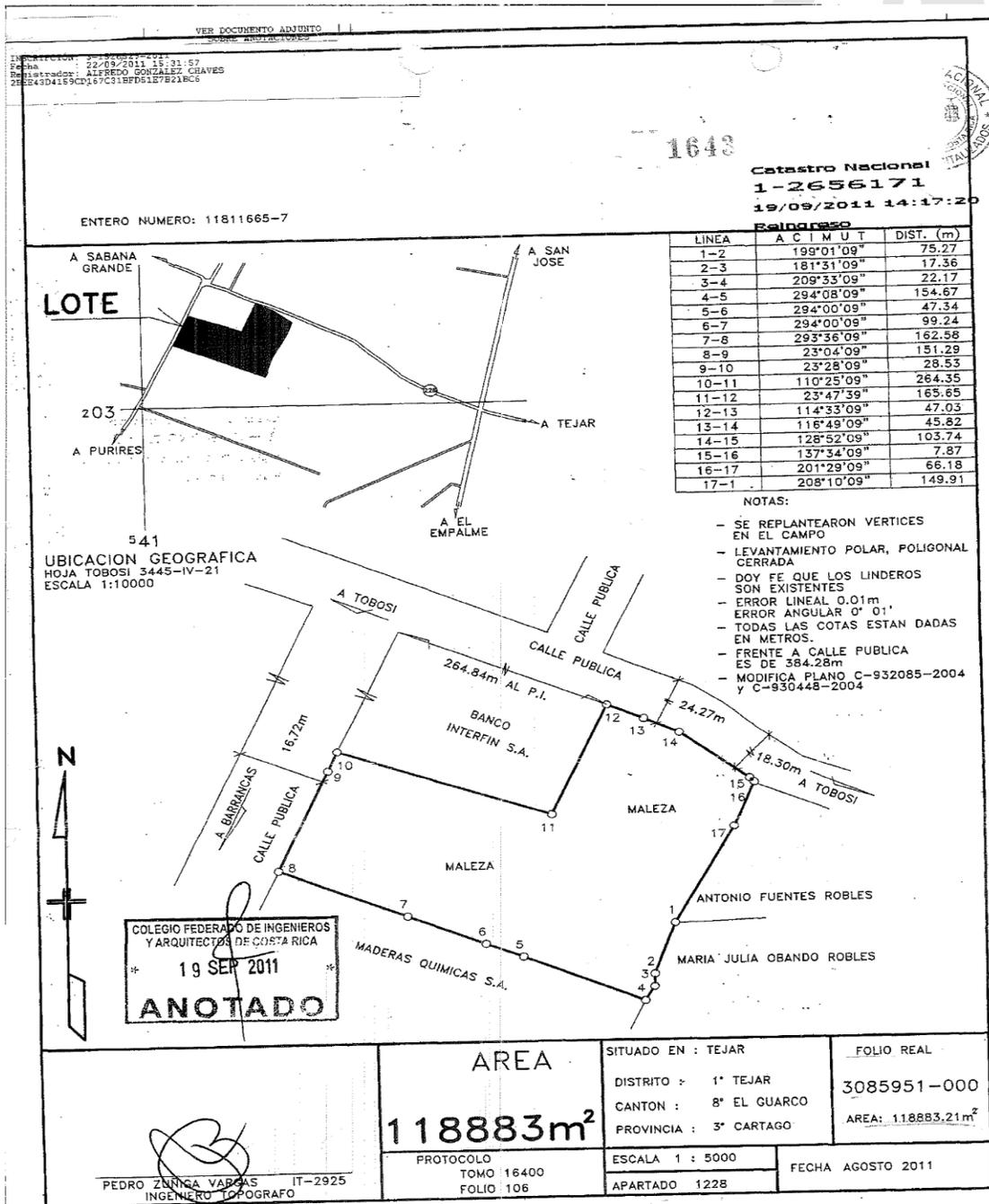
Referencias:

* Ensayo Acreditado.

** Ensayo No Acreditado.

9.- ANEXOS:

ANEXO A: Plano Catastrado



REGISTRO NACIONAL CERTIFICA:
Que la presente es copia fiel de su original,
Asiente Tomo C Plano
1526529-2011-9 OCT 2011
a las 35 horas del día de de
de . Nulo si no consta boteta de pago
de derechos y timbres adjunta.



ANEXO B: Hojas Resumen de Ensayos Especiales de Laboratorio

TRIAxIAL UU

(ASTM D-2850**)

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

FUNDADA EN 1963
Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO

UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

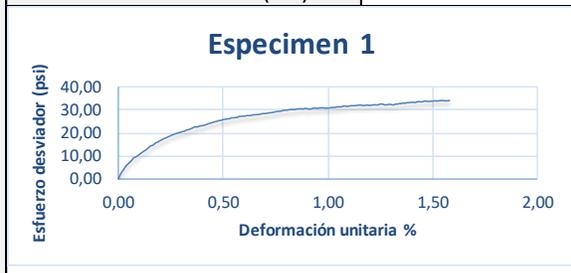
Perforación: P-4
Muestra: 11
Profundidad: 0,50-0,90

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

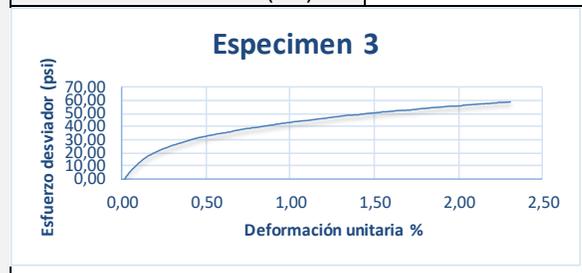
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,54
Largo inicial	Lo (cm)	7,04
Área inicial	Ao (cm ²)	9,84
Volumen inicial	Vo (cm ³)	69,29
Grav. Especif.	Gs	2,44
Presión	σ_n (kPa)	50



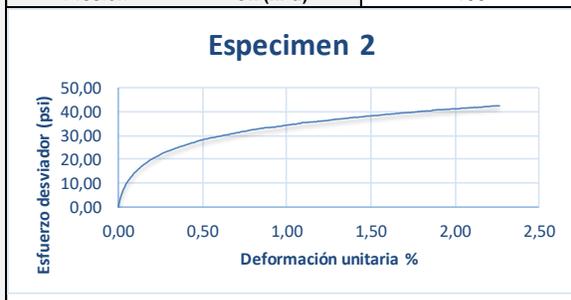
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,53
Largo inicial	Lo (cm)	7,06
Área inicial	Ao (cm ²)	9,78
Volumen inicial	Vo (cm ³)	69,00
Grav. Especif.	Gs	2,44
Presión	σ_n (kPa)	200



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,55
Largo inicial	Lo (cm)	7,04
Área inicial	Ao (cm ²)	9,87
Volumen inicial	Vo (cm ³)	69,53
Grav. Especif.	Gs	2,44
Presión	σ_n (kPa)	100



DESCRIPCION:

Limo plastico arenoso de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras.

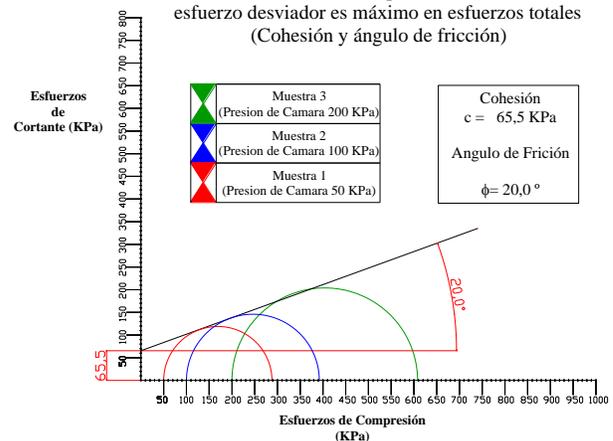
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 7 golpes/pie

RESULTADOS

Ø	20	°
C	65,5	Kpa
C	0,67	kg/cm ²

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO

UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-11

Muestra: 12

Profundidad: 8,85-9,90

Informe: 18-0705

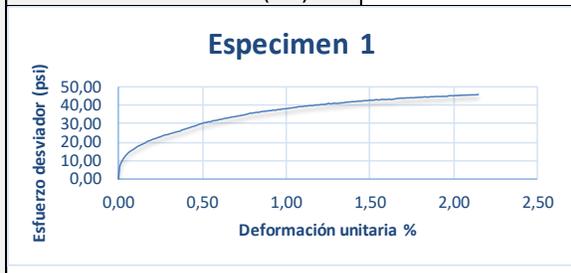
Orden: 130591

Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

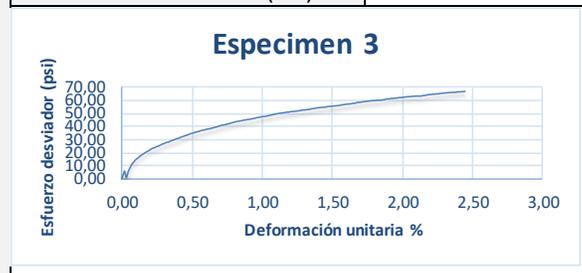
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,42
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm²)	9,17
Volumen inicial	Vo (cm³)	63,99
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σn (kPa)	50



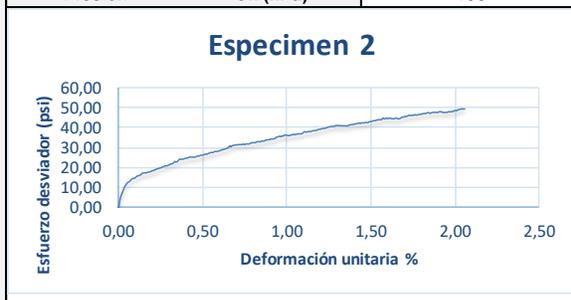
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,42
Largo inicial	Lo (cm)	7,01
Área inicial	Ao (cm²)	9,18
Volumen inicial	Vo (cm³)	64,34
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σn (kPa)	200



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,47
Largo inicial	Lo (cm)	6,97
Área inicial	Ao (cm²)	9,44
Volumen inicial	Vo (cm³)	65,77
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σn (kPa)	100



DESCRIPCION:

Limo plástico de color gris verdusco, con piedras y lentes arenosos

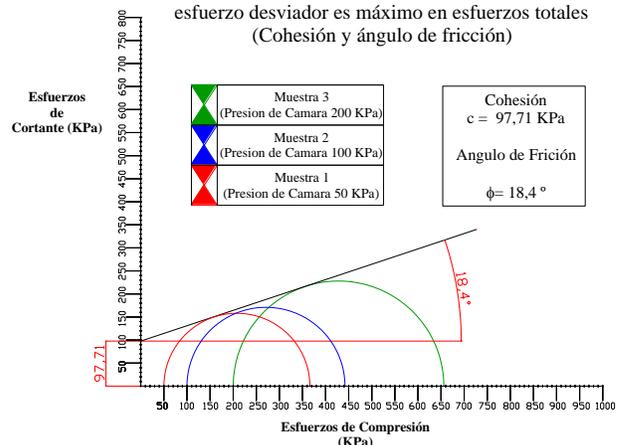
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 8 golpes/pie

RESULTADOS

Esfuerzos totales	
Ø	18,4 °
C	97,71 Kpa
C	1,00 kg/cm ²

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO

UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-18

Muestra: 13

Profundidad: 11,50-11,70

Informe: 18-0705

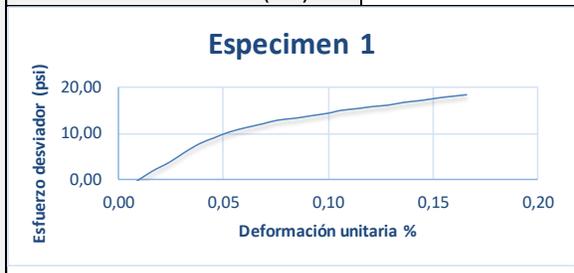
Orden: 130591

Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

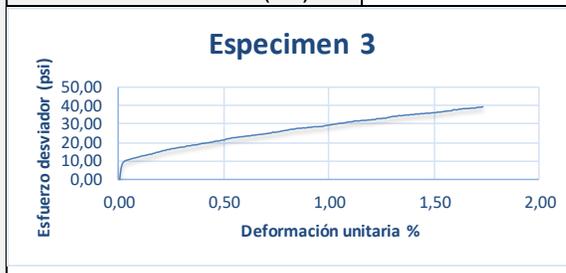
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,50
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm²)	9,60
Volumen inicial	Vo (cm³)	66,98
Grav. Especif.	Gs	2,68
Presión	σ_n (kPa)	100



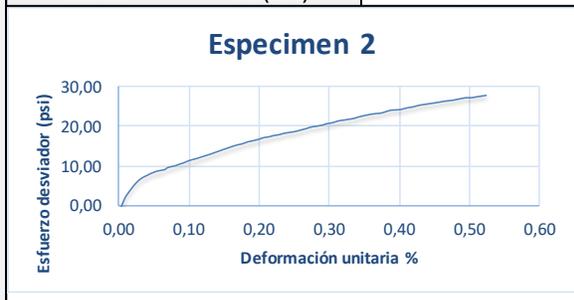
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,50
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm²)	9,60
Volumen inicial	Vo (cm³)	66,98
Grav. Especif.	Gs	2,68
Presión	σ_n (kPa)	300



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,50
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm²)	9,60
Volumen inicial	Vo (cm³)	66,98
Grav. Especif.	Gs	2,68
Presión	σ_n (kPa)	200



DESCRIPCION:

Limo de alta plasticidad de color gris verdusco, con piedras y lentes arenosos

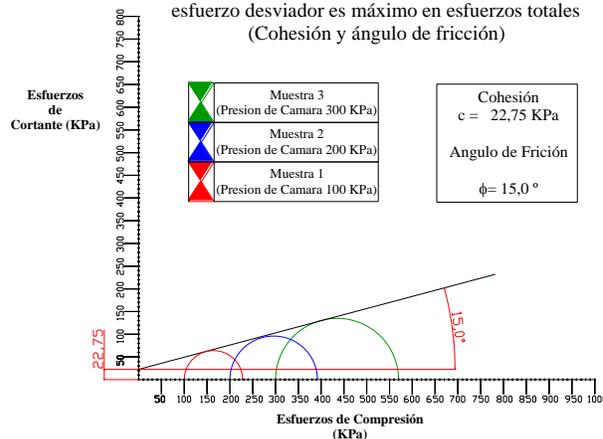
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 8 golpes/pie

RESULTADOS

Esfuerzos totales	
ϕ	15
C	22,75 Kpa
C	0,23 Kg/cm ²

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr





TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO

UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-18

Muestra: 14

Profundidad: 11,70-11,90

Informe: 18-0705

Orden: 130591

Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

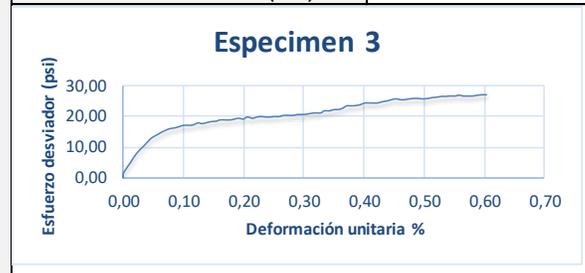
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,48
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,49
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,20
Grav. Especif.	Gs	2,42
Presión	σ_n (kPa)	100



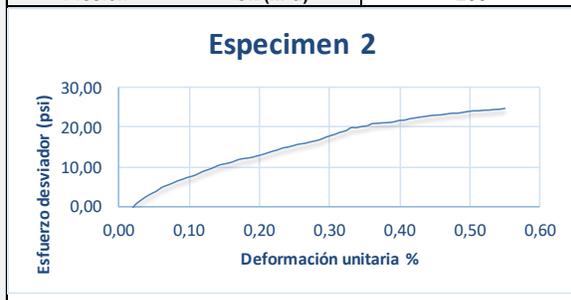
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,48
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,49
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,20
Grav. Especif.	Gs	2,42
Presión	σ_n (kPa)	300



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,48
Largo inicial	Lo (cm)	6,98
Área inicial	Ao (cm ²)	9,49
Volumen inicial	Vo (cm ³)	66,20
Grav. Especif.	Gs	2,42
Presión	σ_n (kPa)	200



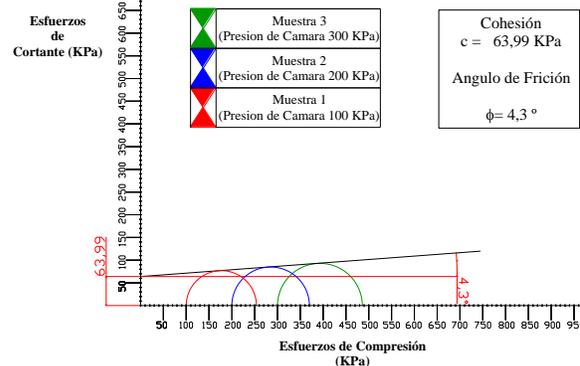
DESCRIPCION:

Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba)

OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 8 golpes/pie

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



RESULTADOS

Esfuerzos totales	
ϕ	4,3 °
C	63,99 Kpa
C	0,65 Kg/cm ²

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



TRIAxIAL UU ASTM D-2850**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO

UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

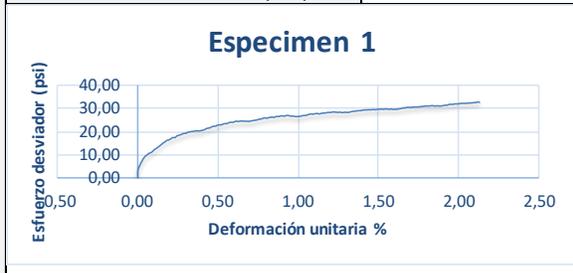
Perforación: P-23
Muestra: 15
Profundidad: 2,00-2,50

Informe: 18-0705
Orden: 130591
Fecha: 15/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

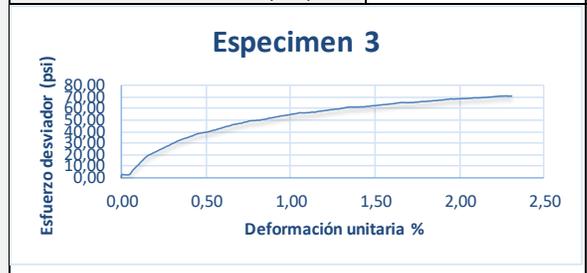
ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	3,46
Largo inicial	Lo (cm)	7,01
Área inicial	Ao (cm ²)	9,41
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,96
Grav. Especif.	Gs	2,43
Presión	σ_n (kPa)	50



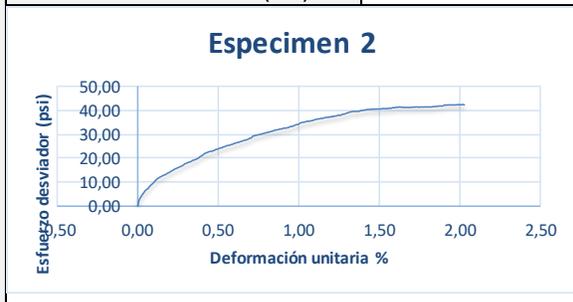
ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	3,44
Largo inicial	Lo (cm)	7,03
Área inicial	Ao (cm ²)	9,27
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,13
Grav. Especif.	Gs	2,43
Presión	σ_n (kPa)	200



ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	3,44
Largo inicial	Lo (cm)	7,04
Área inicial	Ao (cm ²)	9,28
Volumen inicial	Vo (cm ³)	65,36
Grav. Especif.	Gs	2,43
Presión	σ_n (kPa)	100



DESCRIPCION:

Limo plastico arenoso de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras.

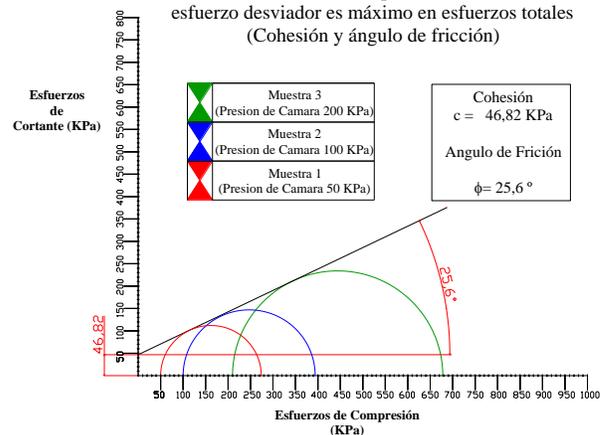
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 17 golpes/pie

RESULTADOS

Esfuerzos totales	
ϕ	25,6 °
C	46,82 Kpa
C	0,48 Kg/cm ²

Resultados en el punto donde el esfuerzo desviador es máximo en esfuerzos totales (Cohesión y ángulo de fricción)



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080**)

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

FUNDADA EN 1963
Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-6 Informe: 18-0705
Muestra: 6 Orden: 130591
Profundidad: 1,00-1,45 Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,49
Área inicial	Ao (cm ²)	18,31
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,59
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,82
Largo inicial	Lo (cm)	2,49
Área inicial	Ao (cm ²)	18,22
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,40
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,82
Largo inicial	Lo (cm)	2,48
Área inicial	Ao (cm ²)	18,28
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,32
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

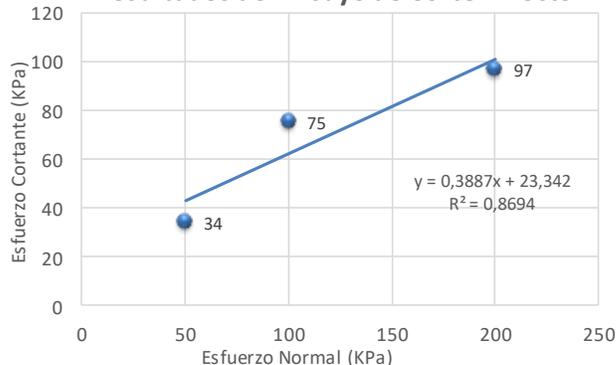
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 4-8 golpes/pie

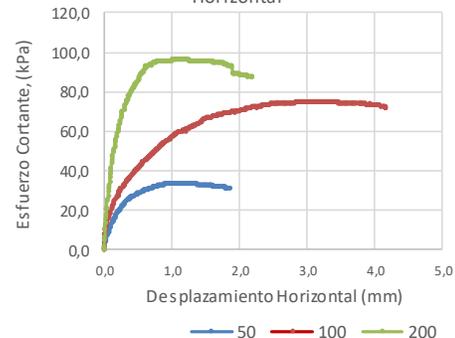
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	34	75	97
	τ (kg/cm ²)	0,35	0,77	0,99
Cohesión	C (kPa)	23,342		
	C (kg/cm ²)	0,24		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	21,24		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
 UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-8
 Muestra: 7
 Profundidad: 3,45-3,90

Informe: 18-0705
 Orden: 130591
 Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,48
Área inicial	Ao (cm ²)	18,30
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,44
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,84
Largo inicial	Lo (cm)	2,50
Área inicial	Ao (cm ²)	18,42
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,99
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,47
Área inicial	Ao (cm ²)	18,33
Volumen inicial	Vo (cm ³)	45,20
Grav. Especif.	Gs	2,65
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosos. (MH-SM)

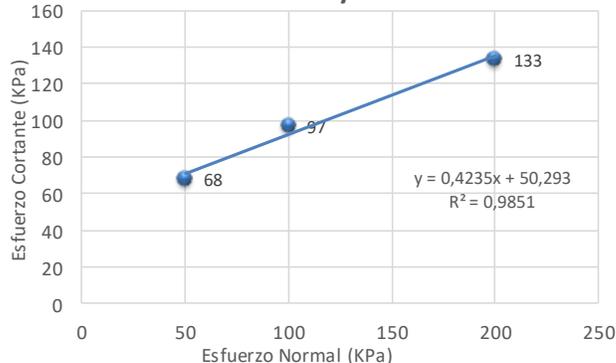
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 14-8 golpes/pie

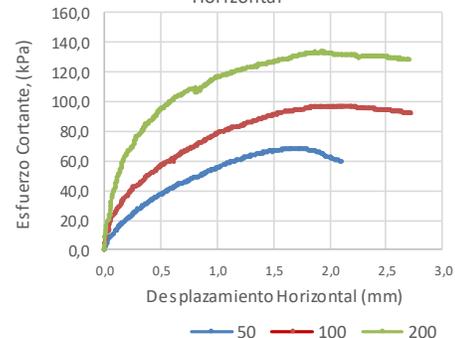
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	68	97	133
	τ (kg/cm ²)	0,70	0,99	1,36
Cohesión	C (kPa)	50,293		
	C (kg/cm ²)	0,51		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	22,95		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO:	HOSPITAL DE CARTAGO	
UBICACIÓN:	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO	
Perforación:	P-10	Informe: 18-0705
Muestra:	8	Orden: 130591
Profundidad:	2,50-3,00	Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,87
Largo inicial	Lo (cm)	2,54
Área inicial	Ao (cm ²)	18,62
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,24
Grav. Especif.	Gs	2,45
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,87
Largo inicial	Lo (cm)	2,55
Área inicial	Ao (cm ²)	18,63
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,56
Grav. Especif.	Gs	2,45
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,83
Largo inicial	Lo (cm)	2,52
Área inicial	Ao (cm ²)	18,33
Volumen inicial	Vo (cm ³)	46,22
Grav. Especif.	Gs	2,45
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

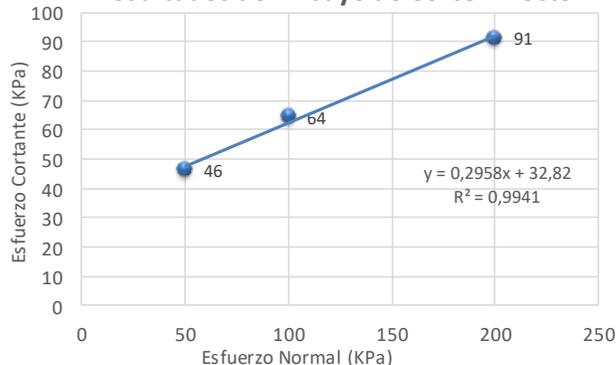
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 12 golpes/pie

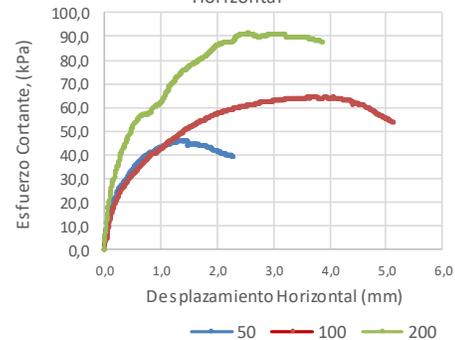
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	46	64	91
	τ (kg/cm ²)	0,47	0,66	0,93
Cohesión	C (kPa)	32,82		
	C (kg/cm ²)	0,33		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	16,48		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO:	HOSPITAL DE CARTAGO	
UBICACIÓN:	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO	
Perforación:	P-18	Informe: 18-0705
Muestra:	9	Orden: 130591
Profundidad:	3,00-3,50	Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,85
Largo inicial	Lo (cm)	2,57
Área inicial	Ao (cm ²)	18,48
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,55
Grav. Especif.	Gs	2,46
Presión	σ_n (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,85
Largo inicial	Lo (cm)	2,57
Área inicial	Ao (cm ²)	18,45
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,32
Grav. Especif.	Gs	2,46
Presión	σ_n (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,84
Largo inicial	Lo (cm)	2,59
Área inicial	Ao (cm ²)	18,40
Volumen inicial	Vo (cm ³)	47,63
Grav. Especif.	Gs	2,46
Presión	σ_n (kPa)	100

DESCRIPCION:

Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

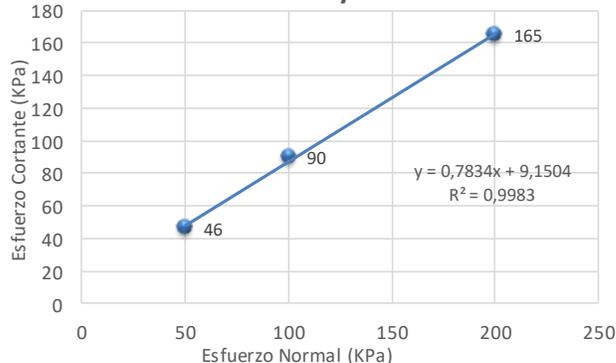
OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 29-54 golpes/pie

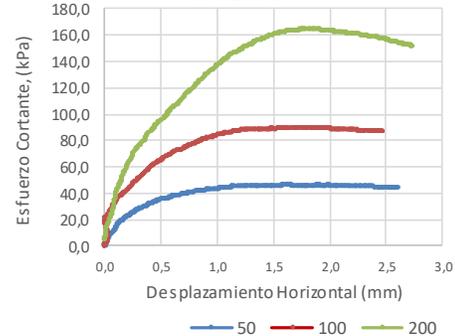
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σ_n (kPa)	50	100	200
	σ_n (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	46	90	165
	τ (kg/cm ²)	0,47	0,92	1,68
Cohesión	C (kPa)	9,15		
	C (kg/cm ²)	0,09		
Ángulo de fricción	ϕ (°)	38,08		

Resultados del Ensayo de Corte Directo



Esfuerzo Cortante vrs Desplazamiento Horizontal





CORTE DIRECTO ASTM D3080**

PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO
 UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-28 Informe: 18-0705
 Muestra: 10 Orden: 130591
 Profundidad: 1,80-2,30 Fecha: 13/11/2018

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

ESPECIMEN 1

Diametro inicial	Do (cm)	4,80
Largo inicial	Lo (cm)	2,45
Área inicial	Ao (cm ²)	18,07
Volumen inicial	Vo (cm ³)	44,21
Grav. Especif.	Gs	2,47
Presión	σn (kPa)	50

ESPECIMEN 3

Diametro inicial	Do (cm)	4,80
Largo inicial	Lo (cm)	2,56
Área inicial	Ao (cm ²)	18,07
Volumen inicial	Vo (cm ³)	46,19
Grav. Especif.	Gs	2,47
Presión	σn (kPa)	200

ESPECIMEN 2

Diametro inicial	Do (cm)	4,76
Largo inicial	Lo (cm)	2,46
Área inicial	Ao (cm ²)	17,77
Volumen inicial	Vo (cm ³)	43,69
Grav. Especif.	Gs	2,47
Presión	σn (kPa)	100

DESCRIPCION:

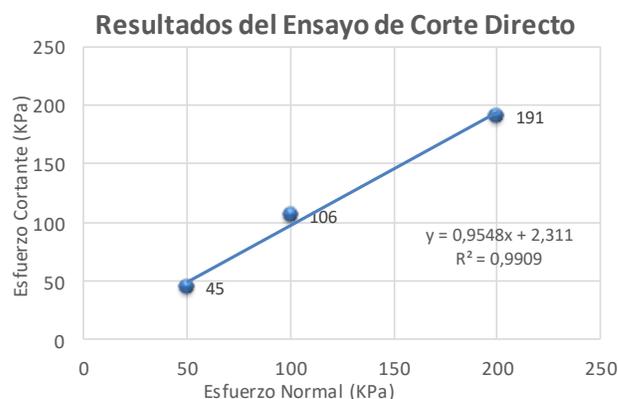
Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises y lentes arenosas. (MH-SM)

OBSERVACIONES:

Valor Nsp = 11 golpes/pie

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN		1	2	3
Esfuerzo normal	σn (kPa)	50	100	200
	σn (kg/cm ²)	0,51	1,02	2,04
Esfuerzo cortante en Falla	τ (kPa)	45	106	191
	τ (kg/cm ²)	0,46	1,08	1,94
Cohesión	C (kPa)	2,311		
	C (kg/cm ²)	0,02		
Ángulo de fricción	φ (°)	43,68		



CONSOLIDACIÓN

(ASTM D-2435**)

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

FUNDADA EN 1963
Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr





Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO Informe: 18-0705

Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-4

Orden: 130591

Muestra: 5

Profundidad: 0,50-0,95

Fecha: 22/11/2018

Características de la muestra

Díámetro inicial	Do	4,86	cm
Largo inicial	Lo	1,95	cm
Área inicial	Ao	18,52	cm ²
Volumen inicial	Vo	36,07	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,49	

DESCRIPCION:

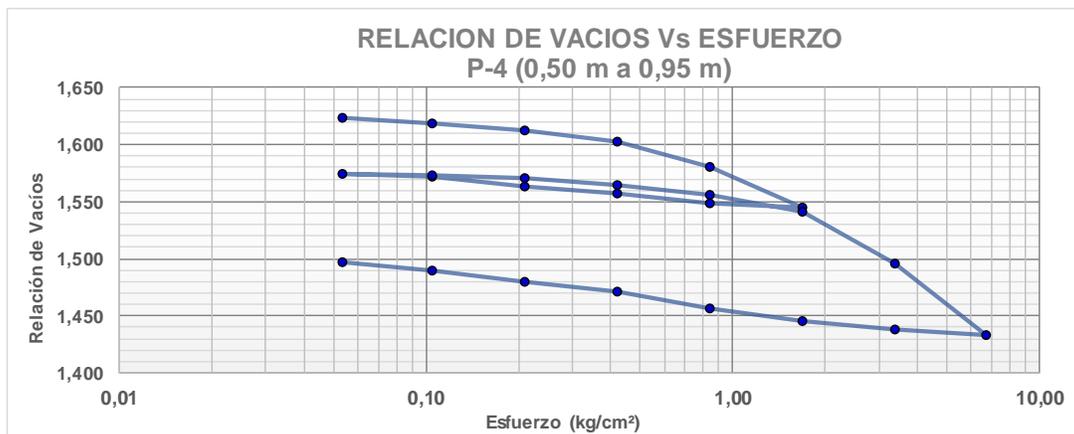
Limo plástico café claro a amarillento con

OBSERVACIONES:

Nspt = 7 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	ΔH mm.	H=h- Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,031	0,031	19,439	12,028	1,623
2	0,11	0,060	0,029	19,410	11,999	1,619
3	0,21	0,107	0,047	19,363	11,952	1,613
4	0,42	0,177	0,070	19,293	11,882	1,603
5	0,84	0,344	0,167	19,126	11,715	1,581
6	1,68	0,605	0,261	18,865	11,454	1,546
7	0,84	0,578	-0,027	18,892	11,481	1,549
8	0,42	0,521	-0,057	18,949	11,538	1,557
9	0,21	0,471	-0,050	18,999	11,588	1,564
10	0,11	0,411	-0,060	19,059	11,648	1,572
11	0,05	0,389	-0,022	19,081	11,670	1,575
12	0,11	0,396	0,007	19,074	11,663	1,574
13	0,21	0,419	0,023	19,051	11,640	1,571
14	0,42	0,465	0,046	19,005	11,594	1,564
15	0,84	0,530	0,065	18,940	11,529	1,556
16	1,68	0,635	0,105	18,835	11,424	1,541
17	3,37	0,971	0,336	18,499	11,088	1,496
18	6,74	1,438	0,467	18,032	10,621	1,433
19	3,37	1,403	-0,035	18,067	10,656	1,438
20	1,68	1,343	-0,060	18,127	10,716	1,446
21	0,84	1,262	-0,081	18,208	10,797	1,457
22	0,42	1,159	-0,103	18,311	10,900	1,471
23	0,21	1,092	-0,067	18,378	10,967	1,480
24	0,11	1,016	-0,076	18,454	11,043	1,490
25	0,05	0,968	-0,048	18,502	11,091	1,497



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	1,00	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,20	-
Índice de recompresión	Cr	0,035	-
Módulo edométrico	EM	24,01	kg/cm ²



Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO Informe: 18-0705

Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-5 Orden: 130591

Muestra: 2

Profundidad: 4,80-5,25 Fecha: 1/8/2018

Características de la muestra

Díámetro inicial	Do	4,75	cm
Largo inicial	Lo	1,91	cm
Área inicial	Ao	17,75	cm ²
Volumen inicial	Vo	33,96	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,57	

DESCRIPCION:

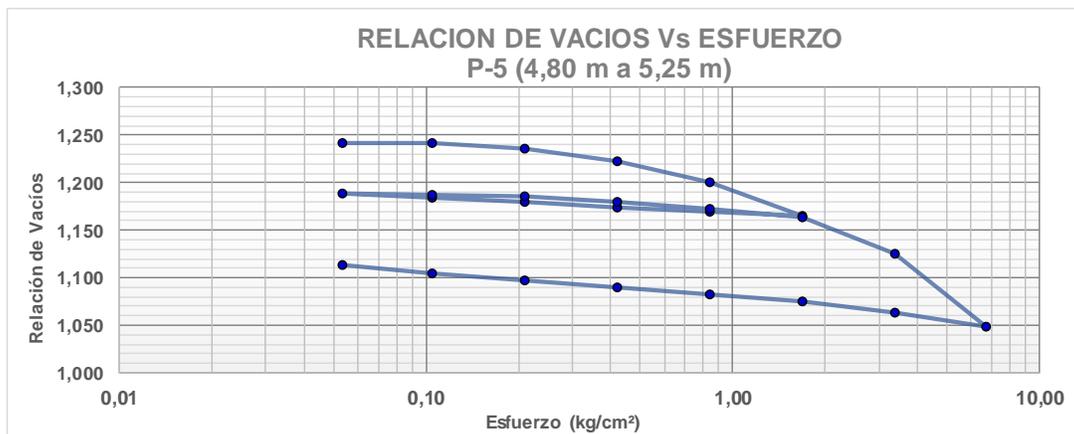
Limo arcilloso de color café claro a

OBSERVACIONES:

Nspt = 14 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	Δ H mm.	H=h-Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,113	0,113	19,022	10,538	1,242
2	0,11	0,121	0,008	19,014	10,530	1,241
3	0,21	0,162	0,041	18,973	10,489	1,236
4	0,42	0,281	0,119	18,854	10,370	1,222
5	0,84	0,471	0,190	18,664	10,180	1,200
6	1,68	0,764	0,293	18,371	9,887	1,165
7	0,84	0,732	-0,032	18,403	9,919	1,169
8	0,42	0,692	-0,040	18,443	9,959	1,174
9	0,21	0,646	-0,046	18,489	10,005	1,179
10	0,11	0,608	-0,038	18,527	10,043	1,184
11	0,05	0,571	-0,037	18,564	10,080	1,188
12	0,11	0,577	0,006	18,558	10,074	1,187
13	0,21	0,593	0,016	18,542	10,058	1,185
14	0,42	0,638	0,045	18,497	10,013	1,180
15	0,84	0,702	0,064	18,433	9,949	1,173
16	1,68	0,783	0,081	18,352	9,868	1,163
17	3,37	1,106	0,323	18,029	9,545	1,125
18	6,74	1,756	0,650	17,379	8,895	1,048
19	3,37	1,634	-0,122	17,501	9,017	1,063
20	1,68	1,527	-0,107	17,608	9,124	1,075
21	0,84	1,468	-0,059	17,667	9,183	1,082
22	0,42	1,401	-0,067	17,734	9,250	1,090
23	0,21	1,342	-0,059	17,793	9,309	1,097
24	0,11	1,276	-0,066	17,859	9,375	1,105
25	0,05	1,207	-0,069	17,928	9,444	1,113



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	1,62	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,26	-
Índice de recompresión	Cr	0,024	-
Módulo edométrico	EM	27,28	kg/cm ²



Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO Informe: 18-0705

Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-11 Orden: 130591

Muestra: 3

Profundidad: 8,40-9,90 Fecha: 1/8/2018

Características de la muestra

Diámetro inicial	Do	4,82	cm
Largo inicial	Lo	1,91	cm
Área inicial	Ao	18,24	cm ²
Volumen inicial	Vo	34,75	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,59	

DESCRIPCION:

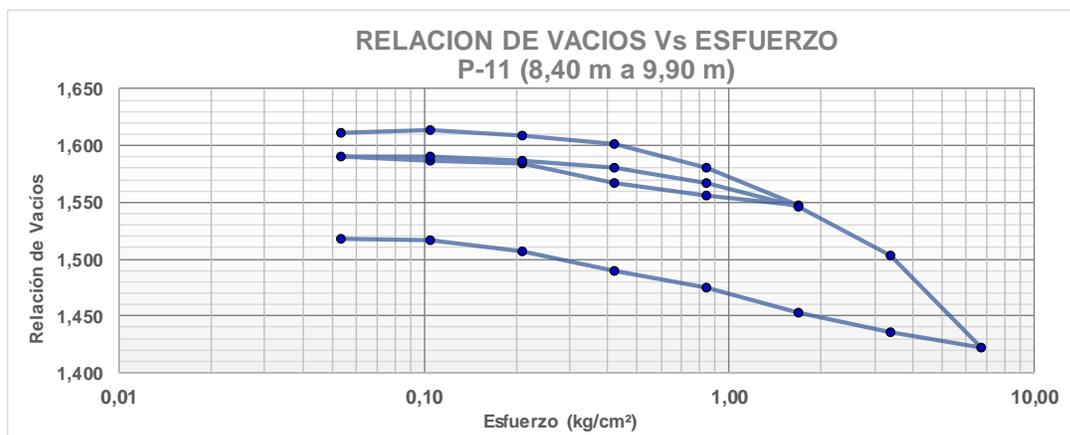
Limo alta plasticidad de color gris verdusco

OBSERVACIONES:

Nspt = 11 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	Δ H mm.	H=h-Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,017	0,017	19,033	11,744	1,611
2	0,11	0,001	-0,016	19,049	11,760	1,613
3	0,21	0,032	0,031	19,018	11,729	1,609
4	0,42	0,092	0,060	18,958	11,669	1,601
5	0,84	0,239	0,147	18,811	11,522	1,581
6	1,68	0,483	0,244	18,567	11,278	1,547
7	0,84	0,417	-0,066	18,633	11,344	1,556
8	0,42	0,339	-0,078	18,711	11,422	1,567
9	0,21	0,217	-0,122	18,833	11,544	1,584
10	0,11	0,193	-0,024	18,857	11,568	1,587
11	0,05	0,166	-0,027	18,884	11,595	1,591
12	0,11	0,173	0,007	18,877	11,588	1,590
13	0,21	0,195	0,022	18,855	11,566	1,587
14	0,42	0,244	0,049	18,806	11,517	1,580
15	0,84	0,342	0,098	18,708	11,419	1,567
16	1,68	0,496	0,154	18,554	11,265	1,546
17	3,37	0,809	0,313	18,241	10,952	1,503
18	6,74	1,393	0,584	17,657	10,368	1,423
19	3,37	1,297	-0,096	17,753	10,464	1,436
20	1,68	1,172	-0,125	17,878	10,589	1,453
21	0,84	1,014	-0,158	18,036	10,747	1,475
22	0,42	0,902	-0,112	18,148	10,859	1,490
23	0,21	0,774	-0,128	18,276	10,987	1,507
24	0,11	0,708	-0,066	18,342	11,053	1,516
25	0,05	0,696	-0,012	18,354	11,065	1,518



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	1,50	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,26	-
Índice de recompresión	Cr	0,037	-
Módulo edométrico	EM	21,52	kg/cm ²



Ensayo De Consolidación Unidimensional (ASTM D2435**)

Proyecto: HOSPITAL DE CARTAGO Informe: 18-0705

Ubicación: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

Perforación: P-19

Orden: 130591

Muestra: 4

Profundidad: 9,96-11,45

Fecha: 1/8/2018

Características de la muestra

Diámetro inicial	Do	4,35	cm
Largo inicial	Lo	1,92	cm
Área inicial	Ao	14,89	cm ²
Volumen inicial	Vo	28,58	cm ³
Grav. Especif.	Gs	2,60	

DESCRIPCION:

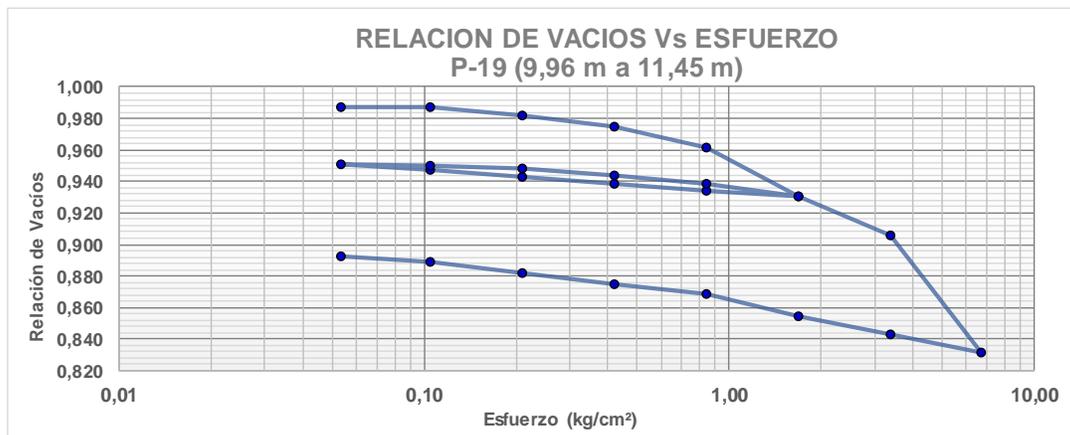
Limo plástico café claro a amarillento con

OBSERVACIONES:

Nspt = 23-6 golpes/pie

Relación entre la deformación (e) y los esfuerzos experimentados por el espécimen

	Esfuerzo kg/cm ²	Final dial mm.	ΔH mm.	H=h- Δ mm.	H-hs mm	e= H-hs/hs
1	0,05	0,033	0,033	19,162	9,521	0,988
2	0,11	0,040	0,007	19,155	9,514	0,987
3	0,21	0,085	0,045	19,110	9,469	0,982
4	0,42	0,157	0,072	19,038	9,397	0,975
5	0,84	0,284	0,127	18,911	9,270	0,962
6	1,68	0,582	0,298	18,613	8,972	0,931
7	0,84	0,548	-0,034	18,647	9,006	0,934
8	0,42	0,506	-0,042	18,689	9,048	0,939
9	0,21	0,465	-0,041	18,730	9,089	0,943
10	0,11	0,424	-0,041	18,771	9,130	0,947
11	0,05	0,388	-0,036	18,807	9,166	0,951
12	0,11	0,391	0,003	18,804	9,163	0,950
13	0,21	0,411	0,020	18,784	9,143	0,948
14	0,42	0,451	0,040	18,744	9,103	0,944
15	0,84	0,510	0,059	18,685	9,044	0,938
16	1,68	0,580	0,070	18,615	8,974	0,931
17	3,37	0,821	0,241	18,374	8,733	0,906
18	6,74	1,538	0,717	17,657	8,016	0,831
19	3,37	1,424	-0,114	17,771	8,130	0,843
20	1,68	1,320	-0,104	17,875	8,234	0,854
21	0,84	1,179	-0,141	18,016	8,375	0,869
22	0,42	1,124	-0,055	18,071	8,430	0,874
23	0,21	1,052	-0,072	18,143	8,502	0,882
24	0,11	0,980	-0,072	18,215	8,574	0,889
25	0,05	0,951	-0,029	18,244	8,603	0,892



Resultados del ensayo

Presión de preconsolidación (Método Casagrande)	Pc	2,00	kg/cm ²
Índice de compresión	Cc	0,25	-
Índice de recompresión	Cr	0,015	-
Módulo edométrico	EM	33,92	kg/cm ²

ANEXO C: Ensayos Presiométricos

TEXAM Pressuremeter Test				
Project name:	Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:	P-11		Test depth:	16,47 m
Test date: (dd/mm/yyyy)	24/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:	1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:	N		Fluid density:	1,000

Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure kPa	Volume cm ³	Pressure kPa	Volume cm ³	$\Delta R/R_0$ %
0	0,0	166	0,0	0,00
4	40,0	165	39,9	1,29
9	80,0	165	79,9	2,57
12	120,0	166	119,8	3,83
16	160,0	167	159,8	5,08
19	200,0	169	199,7	6,31
22	240,0	170	239,7	7,53
25	280,0	173	279,7	8,73
30	320,0	177	319,6	9,92
36	360,0	180	359,5	11,10
43	400,0	183	399,4	12,26
51	440,0	191	439,3	13,41
59	480,0	199	479,2	14,55
72	520,0	212	519,0	15,68
91	560,0	231	558,8	16,79
123	600,0	263	598,4	17,89
159	640,0	299	637,9	18,98
207	680,0	347	677,3	20,05
270	720,0	409	716,4	21,11
354	760,0	493	755,3	22,15
462	800,0	601	793,9	23,18
594	840,0	733	832,1	24,18
739	880,0	878	870,2	25,18
896	920,0	1035	908,1	26,16
1071	960,0	1210	945,8	27,13
1258	1000,0	1397	983,3	28,09
1450	1040,0	1589	1020,8	29,04
1630	1080,0	1769	1058,4	29,98
X	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
#A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Pressuremeter Test - Corrected Curve

Test Results	
Pressiometer modulus E:	18 887 kPa
Ultimate pressure P _L :	2 612 kPa
Ratio E / P _L :	7,23
Yield pressure P _F :	878 kPa
Ratio P _L / P _F :	2,97

Remarks
Calibrations References: Soil Description: Drilling Method: Notes:

TEXAM COMPANION V.3.3

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

TEXAM Pressuremeter Test				
Project name:	Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:	P-19		Test depth:	13,37 m
Test date: (dd/mm/yyyy)	29/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:	1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:	N		Fluid density:	1,000

Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure kPa	Volume cm ³	Pressure kPa	Volume cm ³	$\Delta R/R_0$ %
0	0,0	136	0,0	0,00
5	40,0	136	39,9	1,29
7	80,0	133	79,9	2,57
10	120,0	134	119,9	3,83
13	160,0	134	159,8	5,08
18	200,0	138	199,8	6,31
30	240,0	148	239,6	7,52
46	280,0	164	279,4	8,72
71	320,0	188	319,1	9,90
104	360,0	218	358,6	11,07
160	400,0	270	397,9	12,22
198	440,0	308	437,4	13,36
234	480,0	344	476,9	14,49
256	520,0	366	516,6	15,61
280	560,0	390	556,3	16,72
305	600,0	415	596,0	17,83
325	640,0	435	635,7	18,92
345	680,0	455	675,4	20,00
358	720,0	467	715,3	21,08
370	760,0	479	755,1	22,15
375	800,0	484	795,0	23,21
388	840,0	497	834,9	24,26
398	880,0	507	874,7	25,30
407	920,0	516	914,6	26,33
413	960,0	522	954,5	27,35
420	1000,0	529	994,4	28,37
425	1040,0	534	1034,4	29,38
428	1080,0	537	1074,3	30,38
	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Test Results	
Pressiometer modulus E:	5 081 kPa
Ultimate pressure P _L :	583 kPa
Ratio E / P _L :	8,72
Yield pressure P _F :	344 kPa
Ratio P _L / P _F :	1,69

Remarks
Calibrations References: Soil Description: Drilling Method: Notes:

TEXAM COMPANION V.3.3

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

TEXAM Pressuremeter Test					
Project name:		Hospital de Cartago		Use of a slotted casing:	No
Borehole name:		P-22		Test depth:	8,68 m
Test date: (dd/mm/yyyy)		17/10/2018		Manometer height above ground:	0,50 m
Test number:		1		Poisson's coefficient:	0,33
Probe size:		N		Fluid density:	1,000

Raw Readings		Corrected Readings		
Pressure kPa	Volume cm ³	Pressure kPa	Volume cm ³	$\Delta R/R_0$ %
0	0,0	90	0,0	0,00
1	40,0	86	40,0	1,29
2	80,0	82	80,0	2,57
4	120,0	82	119,9	3,83
8	160,0	83	159,9	5,08
11	200,0	85	199,9	6,31
14	240,0	86	239,8	7,53
15	280,0	87	279,8	8,73
20	320,0	91	319,7	9,92
22	360,0	90	359,7	11,10
28	400,0	92	399,6	12,27
33	440,0	97	439,6	13,42
40	480,0	104	479,5	14,56
46	520,0	110	519,4	15,69
52	560,0	116	559,3	16,81
61	600,0	125	599,2	17,91
70	640,0	134	639,1	19,01
77	680,0	141	679,0	20,10
88	720,0	151	718,8	21,18
99	760,0	162	758,7	22,24
109	800,0	172	798,6	23,30
125	840,0	188	838,3	24,35
140	880,0	203	878,1	25,38
146	920,0	209	918,1	26,42
158	960,0	221	957,9	27,44
183	1000,0	246	997,6	28,45
205	1040,0	268	1037,3	29,45
232	1080,0	295	1076,9	30,45
260	1120,0	323	1116,6	31,43
288	1160,0	351	1156,2	32,41
316	1200,0	379	1195,8	33,38
343	1240,0	406	1235,5	34,35
371	1280,0	434	1275,1	35,31
398	1320,0	461	1314,7	36,26
415	1360,0	478	1354,5	37,20
445	1400,0	508	1394,1	38,14
468	1440,0	531	1433,8	39,07
488	1480,0	551	1473,5	40,00
505	1520,0	568	1513,3	40,92
520	1560,0	583	1553,1	41,84

Pressuremeter Test - Corrected Curve

Test Results	
Pressiometer modulus E:	1 579 kPa
Ultimate pressure P _L :	733 kPa
Ratio E / P _L :	2,16
Yield pressure P _F :	188 kPa
Ratio P _L / P _F :	3,90

Remarks
Calibrations References: Soil Description: Drilling Method: Notes:

TEXAM COMPANION V.3.3

ANEXO D: Ejemplo de Cálculo de Asentamientos

Placa aislada de 4,0 m x 4,0 m, apoyada a 1,35 m de profundidad sobre suelos de 15 ton/m² de capacidad de soporte admisible – EDIFICIO DE 7 PISOS

FTGSETT Version 1.0 (c) 1994 by Prentice Hall, Inc.
Settlement Analysis of Spread Footings on Cohesive Soils

Title: EDIFICIO DE 7 PISOS - HOSPITAL DE CARTAGO

Footing Shape: Square
(Press ALT-S to change)

Units of Measurement: SI
(Press ALT-U to change)

Stress Distribution: Boussinesq
(Press ALT-D to change)

Footing Width = 4.00 m
Footing Depth = 1.35 m
Applied Load = 2400 kN
Soil Modulus = 6800 kPa
Groundwater Depth = 0.50 m
3-D Adjus. Coeff. = 0.350

```

*****
*                RESULTS                *
*                *                       *
*SETTLEMENT                               *
*                *                       *
* Distortion    60.53 mm                 *
* Consolidation 24.67 mm                 *
*                *-----*              *
* Total         85.20 mm                 *
*                *                       *
*                *                       *
*BEARING PRESSURE                         *
*                *                       *
* Gross    q = 174 kPa                   *
* Net      q' = 150 kPa                  *
*****

```

Date: *****
Time: 12:09 PM

Layer Depth (m)	Unit Weight (kN/m ³)	Compressibility (C)	Initial Eff. Stress at Midpoint (kPa)	Change in Eff. Stress at Midpoint (kPa)	Consolidation Settlement (mm)	Strain (%)
0.00 : 1.35	17.6	XXXXXXXXXX	10	0	0.000	0.00
1.35 : 1.40	17.8	0.024	16	150	0.000	0.73
1.40 : 1.50	17.8	0.024	16	150	0.001	0.72
1.50 : 1.60	17.8	0.024	17	150	0.001	0.71
1.60 : 1.70	17.8	0.024	18	150	0.001	0.69
1.70 : 1.80	17.8	0.024	19	149	0.001	0.68
1.80 : 1.90	17.8	0.024	19	148	0.001	0.67
1.90 : 2.00	17.8	0.024	20	147	0.001	0.66
2.00 : 2.10	17.8	0.024	21	146	0.001	0.64
2.10 : 2.20	17.8	0.024	22	144	0.001	0.63
2.20 : 2.30	17.8	0.024	23	142	0.001	0.62
2.30 : 2.40	17.8	0.024	23	139	0.001	0.60
2.40 : 2.50	17.8	0.024	24	137	0.001	0.59
2.50 : 2.60	17.8	0.024	25	134	0.001	0.57
2.60 : 2.80	17.8	0.024	26	129	0.001	0.55
2.80 : 3.00	17.8	0.024	28	122	0.001	0.52
3.00 : 3.20	17.8	0.024	29	114	0.001	0.49

Layer Depth (m)	Unit Weight (kN/m3)	Compressibility C	Initial Eff. Stress at Midpoint (kPa)	Change in Eff. Stress at Midpoint (kPa)	Consolidation Settlement (m)	Strain (%)
3.20 : 3.40	17.8	0.024	31	107	0.001	0.46
3.40 : 3.60	17.8	0.024	33	100	0.001	0.43
3.60 : 3.80	17.8	0.024	34	93	0.001	0.41
3.80 : 4.00	17.8	0.024	36	86	0.001	0.38
4.00 : 4.20	17.8	0.024	37	80	0.001	0.35
4.20 : 4.40	17.8	0.024	39	74	0.001	0.33
4.40 : 4.60	17.8	0.024	41	69	0.001	0.31
4.60 : 4.80	17.8	0.024	42	64	0.001	0.29
4.80 : 5.00	17.8	0.024	44	59	0.001	0.27
5.00 : 5.20	17.8	0.024	45	55	0.000	0.25
5.20 : 5.40	17.8	0.024	47	51	0.000	0.23
5.40 : 5.60	17.8	0.024	49	48	0.000	0.21
5.60 : 5.80	17.8	0.024	50	45	0.000	0.20
5.80 : 6.00	17.8	0.024	52	42	0.000	0.18
6.00 : 6.20	17.8	0.024	53	39	0.000	0.17
6.20 : 6.40	17.8	0.024	55	37	0.000	0.16
6.40 : 6.60	17.8	0.024	57	34	0.000	0.15
6.60 : 6.80	17.8	0.024	58	32	0.000	0.14
6.80 : 7.00	17.8	0.024	60	31	0.000	0.13
7.00 : 7.20	17.8	0.024	61	29	0.000	0.12
7.20 : 7.40	17.8	0.024	63	27	0.000	0.11
7.40 : 7.60	17.8	0.024	65	26	0.000	0.10
7.60 : 7.80	17.8	0.024	66	24	0.000	0.10
7.80 : 8.00	17.8	0.024	68	23	0.000	0.09
8.00 : 8.50	17.8	0.024	71	21	0.000	0.08
8.50 : 9.00	17.8	0.024	75	19	0.000	0.07
9.00 : 9.50	17.8	0.024	79	17	0.000	0.06
9.50 : 10.00	17.8	0.024	83	15	0.000	0.05
10.00 : 10.50	17.8	0.024	87	13	0.000	0.04
10.50 : 11.00	17.8	0.024	91	12	0.000	0.04
11.00 : 11.50	17.8	0.024	95	11	0.000	0.03
11.50 : 12.00	17.8	0.024	99	10	0.000	0.03
12.00 : 12.50	17.8	0.024	103	9	0.000	0.03
12.50 : 13.00	17.8	0.024	107	8	0.000	0.02

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



ANEXO E: Ejemplo de Cálculo de Pilotes

Ejemplo de cálculo Edificios de siete pisos – Pilotes de 0,60 m de diámetro

	PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO										
	UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO										
	OBRA: EDIFICIOS DE SIETE PISOS										
	Informe: 18-0705	Fecha: 27/11/2018									

CALCULO DE PILOTES

ESTRATO #1	ESTRATO #2	ESTRATO #3	ESTRATO #4	ESTRATO #5	ESTRATO #6	PUNTA	
Cohesion (kg/cm ²) 0,75	Cohesion (kg/cm ²) 1,02	Cohesion (kg/cm ²) 0,00	Cohesion (kg/cm ²) 1,73				
Diametro (m) 0,60	Diametro (m) 0,60	Diametro (m) 0,60	Diametro (m) 0,60	Diametro (m) 0,60	Diametro (m) 0,60	Diametro (m) 0,60	
Cu (ton/m ²) 7,46	Cu (ton/m ²) 10,20	Cu (ton/m ²) 0,00	Cu (ton/m ²) 17,30				
Longitud (m) 13,39	Longitud (m) 1,30	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 3,31	
Área Lateral (m ²) 25,23	Área Lateral (m ²) 2,45	Área Lateral (m ²) 0,00	Área Lateral (m ²) 0,28 6,24				
Nivel freático (NF) 0,8	Nivel freático (NF) 0,8	Nivel freático (NF) 0	Nivel freático (NF) 0,8				
NF=Si hay agua x 0,8 y si no x1							
$CA = \alpha \times cu = \alpha = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \psi$							
3,46	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	5,38	
$Q_{friccion} = C_A \cdot A_L$							
87,20	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	33,56	
$Q_{friccion} = TOTAL / F.S$	41,03 ton/pil					$Q_{Punta} = C_u \cdot N_c \cdot A_b / F.S$	14,53 ton/pil
Longitud del pilote	18,00 m					Nc= 9,0 (Codigo de cimentaciones)	

Ejemplo de cálculo Edificios de siete pisos – Pilotes de 0,80 m de diámetro

	PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO										
	UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO										
	OBRA: EDIFICIOS DE SIETE PISOS										
	Informe: 18-0705	Fecha: 27/11/2018									

CALCULO DE PILOTES

ESTRATO #1	ESTRATO #2	ESTRATO #3	ESTRATO #4	ESTRATO #5	ESTRATO #6	PUNTA	
Cohesion (kg/cm ²) 0,75	Cohesion (kg/cm ²) 1,02	Cohesion (kg/cm ²) 0,00	Cohesion (kg/cm ²) 1,73				
Diametro (m) 0,80	Diametro (m) 0,80	Diametro (m) 0,80	Diametro (m) 0,80	Diametro (m) 0,80	Diametro (m) 0,80	Diametro (m) 0,80	
Cu (ton/m ²) 7,46	Cu (ton/m ²) 10,20	Cu (ton/m ²) 0,00	Cu (ton/m ²) 17,30				
Longitud (m) 13,39	Longitud (m) 1,30	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 0,00	Longitud (m) 3,31	
Área Lateral (m ²) 33,64	Área Lateral (m ²) 3,27	Área Lateral (m ²) 0,00	Área Lateral (m ²) 0,50 8,31				
Nivel freático (NF) 0,8	Nivel freático (NF) 0,8	Nivel freático (NF) 0	Nivel freático (NF) 0,8				
NF=Si hay agua x 0,8 y si no x1							
$CA = \alpha \times cu = \alpha = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \psi$							
3,46	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	5,38	
$Q_{friccion} = C_A \cdot A_L$							
116,27	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	44,74	
$Q_{friccion} = TOTAL / F.S$	54,70 ton/pil					$Q_{Punta} = C_u \cdot N_c \cdot A_b / F.S$	25,95 ton/pil
Longitud del pilote	18,00 m					Nc= 9,0 (Codigo de cimentaciones)	

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



Ejemplo de cálculo Edificios de siete pisos – Pilotes de 1,00 m de diámetro



PROYECTO: HOSPITAL DE CARTAGO

UBICACIÓN: TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO

OBRA: EDIFICIOS DE SIETE PISOS

Informe: 18-0705 Fecha: 27/11/2018

CALCULO DE PILOTES

ESTRATO #1	ESTRATO #2	ESTRATO #3	ESTRATO #4	ESTRATO #5	ESTRATO #6	PUNTA					
Cohesion (kg/cm ²)	0,75	Cohesion (kg/cm ²)	1,02	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	0,00	Cohesion (kg/cm ²)	1,73
Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00	Diametro (m)	1,00
Cu (ton/m ²)	7,46	Cu (ton/m ²)	10,20	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	0,00	Cu (ton/m ²)	17,30
Longitud (m)	13,39	Longitud (m)	1,30	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	0,00	Longitud (m)	3,31
Área Lateral (m ²)	42,04	Área Lateral (m ²)	4,08	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,00	Área Lateral (m ²)	0,79
Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0,8	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0	Nivel freático (NF)	0,8
NF=Si hay agua x 0,8 y si no x1											
$CA = \alpha \times cu = \alpha = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \psi$											
3,46	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	5,38					
$Q_{friccion} = C_A \cdot A_L$											
145,34	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	55,93					
$Q_{friccion} = TOTAL / F.S$	68,38 ton/pil					$Q_{Punta} = C_u \cdot N_c \cdot A_b / F.S$	41,00 ton/pil				
Longitud del pilote	18,00 m					Nc= 9,0 (Codigo de cimentaciones)					

ANEXO F: Hojas de perfiles de perforación

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-1	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	6,30 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR.
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	8/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :			INFORME # : 18-0705 1/59
			PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N ^o	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	
													0
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,50 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.	
0,45	0,90	1	SPT	5		41	1,28	0,37		69		0,50 m - 6,30 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.	
0,90	1,35		Bar	11						100			
1,35	1,80		Bar	13						60			
1,80	2,25	2	SPT	12		50	1,01	0,76		64			
2,25	2,70		Bar	8						69			
2,70	3,15		Bar	14						82			
3,15	3,60	3	SPT	20		49				64			
3,60	4,05		Bar	33						64			
4,05	4,50		Bar	22						82			
4,50	4,95	4	SPT	39		48	0,99	1,02		69			
4,95	5,40		TP	24									
5,40	5,85		TP	23									
5,85	6,30		TP	35									
6,30													
REBOTA													

N.F. = 4,95 m Est 3,10 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
P _t = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-2	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	10,35 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	OMER RAMÍREZ Y FERNANDO GONZÁLEZ
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	29/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # : 18-0705	2/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,45 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	5		53	1,12	0,34		47		
0,90	1,35		Bar	13						100		
1,35	1,80		Bar	9						100		
1,80	2,25	2	SPT	11		52	1,13	0,75		100		0,45 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
2,25	2,70		Bar	14						100		
2,70	3,15		Bar	17						33		
3,15	3,60	3	SPT	18		40	1,27	0,74		100		
3,60	4,05		Bar	32						56		
4,05	4,50		Bar	24						91		
4,50	4,95	4	SPT	19		48	1,17	0,84		16		
4,95	5,40		Bar	32						60		
5,40	5,50	5	SPT	35		46	1,09			16		
5,50	5,95	6	SPT	17		46	1,22	1,33		16		
5,95	6,86		HQ						0	100		3,60 m - 10,35 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
6,86	7,31	7	SPT	13	20	39	1,33	0,95		89		
7,31	8,40		HQ						0	55		
8,40	8,85	8	SPT	16	24	42	1,28	1,31		78		
8,85	9,86		HQ						0	64		
9,86	10,35	9	SPT	10	15	40	1,36	0,79		89		

N.F. = No hay.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-3	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	13,05 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR.	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	8/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 3/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,30 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	7		48	1,14	0,45		60		
0,90	1,35		Bar	7						78		
1,35	1,80		Bar	8						56		
1,80	2,25	2	SPT	9		49	1,15	0,47		73		
2,25	2,70		Bar	10						80		
2,70	3,15		Bar	12						71		
3,15	3,60	3	SPT	12		46	1,23	0,64		58		0,30 m - 5,85 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
3,60	4,05		Bar	13						64		
4,05	4,50		Bar	10						51		
4,50	4,95	4	SPT	20		45	1,25	0,88		62		
4,95	5,40		Bar	13						56		
5,40	5,85		Bar	22						47		
5,85	6,30	5	SPT	17		49	1,21	0,79		73		
6,30	6,75		Bar	17						38		
6,75	7,20		Bar	16						47		
7,20	7,65	6	SPT	20		56	1,11	0,72		49		5,85 m - 9,45 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura y dura.
7,65	8,10		Bar	23						69		
8,10	8,55		Bar	17						60		
8,55	9,00	7	SPT	11						27		
9,00	9,45		Bar	11						33		
9,45	9,90		Bar	16						42		
9,90	10,35	8	SPT	13						29		9,45 m - 13,05 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia media, semidura y dura.

N.F. = 6,30 m Est 1,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>			PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.		
			UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-3	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO		
PROFUNDIDAD TOTAL:	13,05 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE		
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZÁLEZ		
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS		
FINALIZACION :	8/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705	4/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60									
10,35	10,80	Bar	[Barrenado]				16						0		9,45 m - 13,05 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media, semidura y dura.
10,80	11,25	Bar	[Barrenado]				14						0		
11,25	11,70	9 SPT	[Barrenado]				15						24		
11,70	12,15	Bar	[Barrenado]				12						0		
12,15	12,60	Bar	[Barrenado]				21						24		
12,60	13,05	10 SPT	[Barrenado]				24						0		

N.F. = 6,30 m Est 1,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-4	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	20,50 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	26/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 5/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,50 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris
0,45	0,90	1	SPT	7		51	1,12	0,52		60		
0,90	1,35		Bar	7						82		
1,35	1,80		Bar	5						51		
1,80	2,25	2	SPT	14		46	1,17	0,78		100		
2,25	2,70		Bar	15						91		
2,70	3,15		Bar	19						51		
3,15	3,60	3	SPT	9		51	1,23	0,75		69		
3,60	4,05		Bar	11						73		
4,05	4,20		Bar	50						24		0,50 m - 7,80 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.
4,20	4,65		TP	23								
4,65	5,10		TP	38								
5,10	5,55		TP	38								
5,55	6,00		TP	34								
6,00	6,45	4	SPT	59						0		
6,45	6,90		TP	41								
6,90	7,35		TP	43								
7,35	7,80		TP	55								
7,80	8,40		HQ						0	88		7,80 m - 9,90 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras.
8,40	9,90		HQ						0	27		
9,90	10,35	5	SPT	4	6	62	1,02	0,48		62		
10,35	11,40		HQ						0	13		9,90 m - 11,85 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media.
11,40	11,85	6	SPT	5	8	72	0,94	0,60		71		

N.F. = No hay.

TP = Trépanos
Pt = # Muestra
S = Simbología
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)

Bar = Barreno
SPT = Sistema de Penetración Estándar
% Rec. = % de recuperación
H.Q. = Rotación con broca de diamante
* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-5	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	27,90 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	15/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # :	18-0705 7/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,45 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	6		51	1,26	0,45		100		
0,90	1,35		Bar	3						100		
1,35	1,80		Bar	4						80		
1,80	2,25	2	SPT	6		41	1,41	0,28		89		
2,25	2,70		Bar	8						67		0,50 m - 4,95 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentas arenosas y piedras, de consistencia blanda, media, semidura y dura.
2,70	3,15		Bar	14						73		
3,15	3,60	3	SPT	9		31	1,63	0,50		84		
3,60	4,05		Bar	14						93		
4,05	4,50		Bar	18						87		
4,50	4,95	4	SPT	14		43	1,36	0,71		96		
4,95	5,40		Bar	18						91		
5,40	5,85		Bar	27						100		
5,85	6,30	5	SPT	14		38	1,37	0,70		87		
6,30	6,75		Bar	26						69		
6,75	7,20		Bar	24						64		
7,20	7,65	6	SPT	18		34	1,53	0,89		100		4,95 m - 10,35 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
7,65	8,10		Bar	20						91		
8,10	8,55		Bar	20						96		
8,55	9,00	7	SPT	8		34	1,45	0,82		64		
9,00	9,45		Bar	9						69		
9,45	9,90		Bar	17						78		
9,90	10,35	8	SPT	21		42	1,25	0,77		67		

N.F. = 2,70 m Est 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.	
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-5	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	27,90 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	15/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # :	18-0705 8/59
		PIEZOMETRO :	() SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	
													0
10,35	10,80	Bar		15						98		10,35 m - 10,80 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia semidura.	
10,80	11,25	Bar		14						71			
11,25	11,70	9 SPT		12		70	0,97	0,87		64		10,80 m - 12,15 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia semidura.	
11,70	12,15	Bar		10						100			
12,15	12,60	Bar		11						78			
12,60	13,05	10 SPT		12		184	0,44	0,63		93		12,15 m - 13,50 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia semidura.	
13,05	13,50	Bar		9						64			
13,50	13,95	Bar		15						100			
13,95	14,40	11 SPT		12		79				69			
14,40	14,85	Bar		13						0			
14,85	15,30	Bar		20						49		13,50 m - 16,35 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia semidura, dura y rígida.	
15,30	15,75	12 SPT		13		24				49			
15,75	16,20	Bar		18						56			
16,20	16,35	Bar		30						42			
16,35	16,40	TP		75									
16,40	17,40	HQ								30			
17,40	17,73	13 SPT		60	90	35	1,42	1,71		90		16,35 m - 20,85 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.	
17,73	18,90	HQ								51			
18,90	19,35	14 SPT		44	66	38	1,33	1,52		49			
19,35	20,40	HQ								87			
20,40	20,85	15 SPT		37	56	42	1,22	1,97		56			
20,85	21,90	HQ								48			
21,90	21,90	16 SPT		REBOTA							0		20,85 m - 27,90 m CAPA I Lavas brechificadas de composición andesítica, fracturadas con pátinas de meteorización, de formación Reventado.

N.F. = 2,70 m Est 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-5	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	27,90 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	15/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # :	18-0705 9/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60									
21,90	22,65	NQ									13	49		20,85 m - 27,90 m CAPA I Lavas brechificadas de composición andesítica, fracturadas con pátinas de meteorización, de formación Reventado.	
22,65	23,40	NQ									15	53			
23,40	23,40	17 SPT										0			
23,40	24,90	HQ									17	91			
24,90	24,90	18 SPT										0			
24,90	26,40	HQ									0	58			
26,40	26,40	19 SPT										0			
26,40	27,90	HQ									0	67			
27,90	27,90	20 SPT										0			

N.F. = 2,70 m Est 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



INTERVALOS METROS		P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N ^o	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45												
0,00	0,45										16		0,00 m - 0,20 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT		7		52				49		
0,90	1,35		Bar		4						100		
1,35	1,80		Bar		8						100		
1,80	2,25	2	SPT		7		49	1,25	0,34		100		0,20 m - 5,40 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia blanda, media, semidura, dura y rígida.
2,25	2,70		Bar		21						100		
2,70	3,15		Bar		22						38		
3,15	3,60	3	SPT		17		46	1,32	0,75		53		
3,60	4,05		Bar		15						60		
4,05	4,50		Bar		43						82		
4,50	4,95	4	SPT		21						0		
4,95	5,40		Bar		18						100		
5,40	5,85		Bar		13						93		
5,85	6,30	5	SPT		15						100		
6,30	6,75		Bar		9						27		
6,75	7,20		Bar		8						49		
7,20	7,65	6	SPT		10						38		
7,65	8,10	7	SPT		8						27		5,40 m - 9,90 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
8,10	8,55		Bar		12						100		
8,55	9,00		Bar		18						100		
9,00	9,45	8	SPT		12		45	1,34	0,80		60		
9,45	9,90		Bar		8						100		
9,90	10,35		Bar		15						100		
													N.F. = 3,15 m Est 0,25 m.
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)					Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación H.Q. = Rotación con broca de diamante								
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)					* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado								

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-6	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	28,10 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZALEZ
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	16/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # : 18-0705	11/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
10,35	10,80	9	SPT	22						0		9,90 m - 10,80 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura y dura.
10,80	11,25		Bar	14						71		
11,25	11,70		Bar	11						49		10,80 m - 12,60 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.
11,70	12,15	10	SPT	7		51	1,03	0,69		44		
12,15	12,60		Bar	12						24		
12,60	13,05		Bar	11						60		
13,05	13,50	11	SPT	10		90				38		12,60 m - 13,95 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia media y semidura.
13,50	13,95		Bar	6						49		
13,95	14,40		Bar	11						93		
14,40	14,85	12	SPT	21						0		
14,85	15,30		Bar	24						71		13,95 m - 16,50 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura, dura y rígida.
15,30	15,75	13	SPT	25						0		
15,75	16,20		Bar	40						56		
16,20	16,50	14	SPT	61		40	1,42	1,04		100		
16,50	16,95		TP	85								
16,95	17,40		HQ							89		
17,40	18,90		HQ							80		
18,90	18,90	15	SPT	10	REBOTA					0		
18,90	20,40		HQ							43		16,50 m - 25,08 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
20,40	20,85	16	SPT	32	48	41	1,30	1,81		73		
20,85	21,90		HQ							23		
21,90	22,35	17	SPT	44	66					100		
22,35	23,40		HQ							82		

N.F. = 3,15 m Est 0,25 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-7	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	27,90 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER UREÑA Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	17/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # : 18-0705	13/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N90 corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,15 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris
0,45	0,90	1	SPT	8	66					58		
0,90	1,35		Bar	10						64		
1,35	1,80		Bar	13						76		
1,80	2,25	2	SPT	12	48	1,16	0,74			89		0,15 m - 5,85 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media, semidura y rígida.
2,25	2,70		Bar	14						84		
2,70	3,15		Bar	21						73		
3,15	3,60	3	SPT	57	30	1,41	1,15			93		
3,60	4,05		TP	41								
4,05	4,50		TP	28								
4,50	4,95		TP	26								
4,95	5,40		TP	30								
5,40	5,85		TP	31								
5,85	6,30	4	SPT	22	38	1,37	0,90			87		
6,30	6,75		Bar	20						71		
6,75	7,20		Bar	39						42		
7,20	7,65	5	SPT	37	41	1,30	1,34			82		
7,65	8,10		Bar	34						71		
8,10	8,55		Bar	36						60		5,85 m - 10,35 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
8,55	9,00	6	SPT	18	34	1,42	0,87			93		
9,00	9,45		Bar	14						0		
9,45	9,90		Bar	14						0		
9,90	10,35	7	SPT	17						0		

N.F. = 3,60 m Est 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



INTERVALOS METROS			TIPO DE PERF	No. GOLPES										DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO							
			Pt	0	20	40	60	80	N°	N90 corregido	%W*	Hs**	C*		%RQD	%REC	S				
10,35	10,80		Bar	[Gráfico de golpes]										22		42	1,11	1,01		71	10,35 m - 12,15 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia media, semidura y dura.
10,80	11,25		Bar	[Gráfico de golpes]										22						51	
11,25	11,70	8	SPT	[Gráfico de golpes]										15		51					64
11,70	12,15		Bar	[Gráfico de golpes]										8							0
12,15	12,60		Bar	[Gráfico de golpes]										16							47
12,60	13,05	9	SPT	[Gráfico de golpes]										13		122	0,58	0,72			60
13,05	13,50		Bar	[Gráfico de golpes]										8							0
13,50	13,95		Bar	[Gráfico de golpes]										11							0
13,95	14,40	10	SPT	[Gráfico de golpes]										13		46	1,18	0,79			87
14,40	14,85		Bar	[Gráfico de golpes]										10							0
14,85	15,30		Bar	[Gráfico de golpes]										19							0
15,30	15,75	11	SPT	[Gráfico de golpes]										28		24					62
15,75	15,90		Bar	[Gráfico de golpes]										40							0
15,90	17,40		HQ	[Gráfico de golpes]																0	60
17,40	17,85	12	SPT	[Gráfico de golpes]										48	72	46	1,25	1,89			50
17,85	18,90		HQ	[Gráfico de golpes]																0	32
18,90	19,35	13	SPT	[Gráfico de golpes]										31	47	42	1,27	1,74			60
19,35	20,40		HQ	[Gráfico de golpes]																0	20
20,40	20,45	14	SPT	[Gráfico de golpes]										30	45						44
20,45	21,90		HQ	[Gráfico de golpes]																0	32
21,90	21,90	15	SPT	[Gráfico de golpes]										REBOTA					0		
21,90	23,40		HQ	[Gráfico de golpes]																0	28
23,40	23,50	16	SPT	[Gráfico de golpes]										38	57						24
N.F. = 3,60 m Est 0,40 m.																					
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)										Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación H.Q. = Rotación con broca de diamante											
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)										* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado											

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-8	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	28,35 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	OMER RAMÍREZ Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	17/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # : 18-0705	16/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N90 corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,30 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	7	53	1,12	0,60			82		
0,90	1,35		Bar	6						93		
1,35	1,80		Bar	10						78		
1,80	2,25	2	SPT	9	52	1,13	0,43			100		0,30 m - 4,50 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media y semidura.
2,25	2,70		Bar	12						60		
2,70	3,15		Bar	14						71		
3,15	3,60	3	SPT	14	52	1,13	0,62			100		
3,60	4,05		Bar	8						0		
4,05	4,50		Bar	11						49		
4,50	4,95	4	SPT	7	45	1,28	0,38			71		
4,95	5,40		Bar	14						71		
5,40	5,85		Bar	12						33		
5,85	6,30	5	SPT	6						47		
6,30	6,75		Bar	6						42		
6,75	7,20		Bar	16						56		4,50 m - 9,45 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
7,20	7,65	6	SPT	12	36	1,51	0,65			100		
7,65	8,10		Bar	21						71		
8,10	8,55		Bar	25						0		
8,55	9,00	7	SPT	14	36	1,34	0,88			100		
9,00	9,45		Bar	7						47		
9,45	9,90		Bar	13						49		9,45 m - 10,35 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura.
9,90	10,35	8	SPT	11	54					42		

N.F. = 5,10 m Est 0,80 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-8	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	28,35 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	OMER RAMÍREZ Y LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	8/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	17/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 17/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	TIPO DE PERF	P t	No. GOLPES	N°	N90 corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
10,35 - 10,80	Bar			12						0		10,35 m - 12,15 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.
10,80 - 11,25	Bar			15						47		
11,25 - 11,70	SPT	9		13		62	1,01	0,68		69		
11,70 - 12,15	Bar			7						56		12,15 m - 13,50 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia media y semidura.
12,15 - 12,60	Bar			13						60		
12,60 - 13,05	SPT	10		10						24		
13,05 - 13,50	Bar			8						38		13,50 m - 14,85 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura, dura y rígida.
13,50 - 13,95	Bar			11						42		
13,95 - 14,40	SPT	11		10						0		
14,40 - 14,85	Bar			26						0		14,85 m - 28,35 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
14,85 - 15,08	TP			70								
15,08 - 15,90	HQ								0	98		
15,90 - 15,90	SPT	12		10	REBOTA					0		14,85 m - 28,35 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
15,90 - 17,40	HQ								0	100		
17,40 - 17,72	SPT	13		47	71	41	1,30	1,79		88		
17,72 - 18,90	HQ								0	43		14,85 m - 28,35 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
18,90 - 19,35	SPT	14		31	47	41	1,32	1,68		44		
19,35 - 20,40	HQ								0	33		
20,40 - 20,85	SPT	15		26	39					0		14,85 m - 28,35 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
20,85 - 21,90	HQ								0	0		
21,90 - 22,05	SPT	16		37	56	REBOTA				100		
22,05 - 23,40	HQ								0	55		14,85 m - 28,35 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia dura y rígida.
23,40 - 23,85	SPT	17		41	62	32	1,46	1,43		89		

N.F. = 5,10 m Est 0,80 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	

* Ensayo Acreditado	** Ensayo No Acreditado
---------------------	-------------------------

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-9	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL :	26,60 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	19/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 19/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : (x) SI (X) NO

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											0,00 m - 0,20 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	14		43	1,20	0,82		69		
0,90	1,35		Bar	38						56		
1,35	1,80		Bar	14						80		
1,80	2,25	2	SPT	13		33	1,40	0,87		87		0,20 m - 4,50 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
2,25	2,70		Bar	18						0		
2,70	3,15		Bar	15						56		
3,15	3,60	3	SPT	20		55	1,03	1,05		64		
3,60	4,05		Bar	20						71		
4,05	4,50		Bar	23						60		
4,50	4,95	4	SPT	18		46	1,26	1,10		76		
4,95	5,40		Bar	34						82		
5,40	5,85		Bar	26						71		
5,85	6,30	5	SPT	33		48	1,17	1,44		100		4,50 m - 9,10 m CAPA C Limo arcillo arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia dura y rígida.
6,30	6,75		Bar	50						78		
6,75	6,85		TP	60								
6,85	8,40		HQ							0	46	
8,40	8,85	6	SPT	2	3	58	1,03	0,44		44		9,10 m - 9,90 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia muy blanda.
8,85	9,90		HQ							0	49	
9,90	10,35	7	SPT	6	9	56	1,08	0,53		49		
10,35	11,40		HQ							0	35	9,90 m - 12,05 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.
11,40	11,85	8	SPT	4	6	76	0,86	0,49		51		
11,85	12,90		HQ							0	37	12,05 m - 12,90 m CAPA F Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia blanda.

N.F. = 1,80 m Est 4,00 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-9	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL :	26,60 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	19/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 20/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : (x) SI (X) NO

INTERVALOS METROS		Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C'	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
12,90	13,35	9	SPT	[Barrenograma]	3	5	41	1,32	0,55		78		12,90 m - 13,80 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosas, de consistencia media.
13,35	14,40		HQ	[Barrenograma]						0	67		
14,40	14,52	10	SPT	[Barrenograma]	30	45	46				100		
14,52	15,90		HQ	[Barrenograma]						0	49		
15,90	16,35	11	SPT	[Barrenograma]	32	48	37	1,41	0,80		67		
16,35	17,40		HQ	[Barrenograma]						0	67		
17,40	17,85	12	SPT	[Barrenograma]	40	60	31	1,50	1,21		58		
17,85	18,90		HQ	[Barrenograma]						0	100		
18,90	18,90	13	SPT	[Barrenograma]	REBOTA						0		
18,90	20,40		HQ	[Barrenograma]						0	87		
20,40	20,85	14	SPT	[Barrenograma]	43	65	41	1,29	0,98		62		13,80 m - 26,60 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados (relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.
20,85	21,00		HQ	[Barrenograma]						0	38		
21,00	21,90		HQ	[Barrenograma]						0	44		
21,90	21,90	15	SPT	[Barrenograma]	REBOTA						0		
21,90	23,40		HQ	[Barrenograma]						0	43		
23,40	23,85	16	SPT	[Barrenograma]	41	62					67		
23,85	24,90		HQ	[Barrenograma]						0	97		
24,90	24,90	17	SPT	[Barrenograma]	REBOTA						0		
24,90	26,40		HQ	[Barrenograma]						0			
26,40	26,60	18	SPT	[Barrenograma]	55	83	42	1,35	1,74				

N.F. = 1,80 m Est 4,00 m.

TP = Trépanos
Pt = # Muestra
S = Simbología
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)

Bar = Barreno
SPT = Sistema de Penetración Estándar
% Rec. = % de recuperación
H.Q. = Rotación con broca de diamante
* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-10	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL :	26,60 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR.	
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	23/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 21/59
OBSERVACIONES :				PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,50 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	8		45				60		0,50 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.
0,90	1,35		Bar	6						71		
1,35	1,80		Bar	10						87		
1,80	2,25	2	SPT	9		50	1,15	0,69		69		
2,25	2,70		Bar	12						60		
2,70	3,15		Bar	33						67		
3,15	3,60	3	SPT	32						0		
3,60	4,05		Bar	37						78		
4,05	4,50		Bar	18						87		
4,50	4,95	4	SPT	20		43				67		
4,95	5,40		Bar	51						69		4,05 m - 8,03 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
5,40	5,85		TP	21								
5,85	6,30		TP	15								
6,30	6,75		TP	31								
6,75	7,20		TP	42								
7,20	7,65		TP	55								8,03 m - 10,35 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media y semidura.
7,65	8,40		HQ						0	100		
8,40	8,85	5	SPT	7	11	50	1,19	0,56		67		
8,85	9,90		HQ						0	55		10,35 m - 11,85 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.
9,90	10,35	6	SPT	4	6	62	1,01	0,57		89		
10,35	11,40		HQ						0	60		
11,40	11,85	7	SPT	7	11	104	0,69	0,49		89		

N.F. = 0,60 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	

* Ensayo Acreditado	** Ensayo No Acreditado
---------------------	-------------------------

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>			PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.		
			UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-10	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO		
PROFUNDIDAD TOTAL:	26,60 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE		
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR.		
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS		
FINALIZACION :	23/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705	22/59
OBSERVACIONES :					PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
11,85	12,90	HQ								28		11,85 m - 13,35 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia semidura.
12,90	13,35	8 SPT		8	12	44	1,28	0,51		89		
13,35	14,40	HQ								50		13,35 m - 14,40 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia rígida.
14,40	14,85	9 SPT		49	74	49	1,17	1,27		78		
14,85	15,90	HQ								45		
15,90	15,95	10 SPT		30	REBOTA					0		
15,95	17,40	HQ								87		
17,40	17,85	11 SPT		35	53	47	1,20	1,66		80		
17,85	18,90	HQ								55		
18,90	19,02	12 SPT		40	REBOTA					83		
19,02	20,40	HQ								51		14,40 m - 26,60 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.
20,40	20,85	13 SPT		27	41	40	1,34	1,52		84		
20,85	21,90	HQ								67		
21,90	22,35	14 SPT		37	56	44	1,26	1,89		84		
22,35	23,40	HQ								55		
23,40	23,57	15 SPT		45	REBOTA					0		
23,57	24,90	HQ								57		
24,90	25,35	16 SPT		17	26	45	1,27	1,52		89		
25,35	26,40	HQ								77		
26,40	26,60	17 SPT		38	57	39	1,40	1,62		88		

N.F. = 0,60 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-11	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	26.45 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	25/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :			INFORME # : 18-0705 23/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,30 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	9		50	1,10	0,75		56		0,30 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia semidura y dura.
0,90	1,35		Bar	10						93		
1,35	1,80		Bar	10						87		
1,80	2,25	2	SPT	10		38	1,30	0,74		71		
2,25	2,70		Bar	12						60		
2,70	3,15		Bar	13						27		
3,15	3,60	3	SPT	14		41				49		4,05 m - 8,85 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.
3,60	4,05		Bar	24						82		
4,05	4,50		Bar	17						84		
4,50	4,95	4	SPT	19		38	1,26	1,07		100		
4,95	5,05		Bar	30						38		8,85 m - 10,95 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media y semidura.
5,05	5,05		TP	60								
5,05	5,40		HQ						0	100		
5,40	6,90		HQ						0	59		
6,90	7,35	5	SPT	4	6	38	1,50	0,68		67		
7,35	8,40		HQ						0	63		
8,40	8,85	6	SPT	7	11	43	1,28	0,88		71		10,95 m - 11,40 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas.
8,85	9,90		HQ						0	32		
9,90	10,35	7	SPT	5	8	64	0,98	1,01		62		
10,35	11,40		HQ						0	55		
11,40	11,85	8	SPT	5	8	123	0,60	0,34		56		11,40 m - 13,90 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia blanda y media.
11,85	12,90		HQ						0	23		

N.F. = No hay.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.	
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-11	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	26,45 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y LUIS AGUILAR.
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	25/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # :	18-0705 24/59
		PIEZOMETRO :	() SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
12,90 - 13,35	9	SPT	[Barrenogram]	2	3					0		13,90 m - 14,05 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosas.
13,35 - 14,40		HQ	[Barrenogram]							100		
14,40 - 14,85	10	SPT	[Barrenogram]	56	84	46	1,22	1,06		71		
14,85 - 15,90		HQ	[Barrenogram]							63		
15,90 - 16,35	11	SPT	[Barrenogram]	48	72	40	1,27	1,57		80		
16,35 - 16,65		NQ	[Barrenogram]							19		
16,65 - 17,40		NQ	[Barrenogram]							53		
17,40 - 17,52	12	SPT	[Barrenogram]	30	45	36				83		
17,52 - 18,90		HQ	[Barrenogram]							21		
18,90 - 19,35	13	SPT	[Barrenogram]	27	41	42	1,31			75		14,05 m - 26,45 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados (relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.
19,35 - 20,40		HQ	[Barrenogram]							31		
20,40 - 20,47	14	SPT	[Barrenogram]	30						0		REBOTA
20,47 - 21,90		HQ	[Barrenogram]							48		
21,90 - 22,25	15	SPT	[Barrenogram]	28	42	40	1,28	1,94		80		
22,25 - 23,40		HQ	[Barrenogram]							58		
23,40 - 23,85	16	SPT	[Barrenogram]	29	44	47	1,29	1,60		100		
23,85 - 24,90		HQ	[Barrenogram]							70		
24,90 - 25,10	17	SPT	[Barrenogram]	45	68	39	1,32	1,74		60		
25,10 - 26,40		HQ	[Barrenogram]							68		
26,40 - 26,45	18	SPT	[Barrenogram]	20						0		REBOTA

N.F. = No hay.

TP = Trépanos
Pt = # Muestra
S = Simbología
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)

Bar = Barreno
SPT = Sistema de Penetración Estándar
% Rec. = % de recuperación
H.Q. = Rotación con broca de diamante
* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-12	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	25,50 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	FERNANDO GONZÁLEZ Y RAFAEL ROJAS.
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	27/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # : 18-0705	25/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,25 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	5		52				38		
0,90	1,35		Bar	6						100		
1,35	1,80		Bar	9						100		
1,80	2,25	2	SPT	8		45	1,22	0,41		100		0,25 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
2,25	2,70		Bar	11						100		
2,70	3,15		Bar	23						100		
3,15	3,60	3	SPT	30		49	1,15	1,13		100		
3,60	4,05		Bar	20						100		
4,05	4,50		Bar	26						100		
4,50	4,95	4	SPT	25		49				38		
4,95	5,40		Bar	19						100		
5,40	5,85		Bar	11						93		
5,85	6,30	5	SPT	23		41	1,31	1,23		100		
6,30	6,75		Bar	21						60		3,60 m - 9,45 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
6,75	7,20		Bar	51						82		
7,20	7,65		TP	13								
7,65	8,10		TP	15								
8,10	8,55		TP	17								
8,55	9,00		TP	21								
9,00	9,45		Bar	15						71		
9,45	9,90	6	SPT	15		37				64		
9,90	10,35		Bar	8						82		

N.F. = 0,55 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

PERFORACION:			P-12		LOCALIZACION DE PERFORACION:		VER PLANO								
PROYECTO:			HOSPITAL DE CARTAGO.		UBICACION:			TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.							
PROFUNDIDAD TOTAL:			25,50 m.		SISTEMA DE PERFORACION:			PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE							
NIVEL DEL TERRENO:			NIVEL ACTUAL		PERFORADOR:			FERNANDO GONZALEZ Y RAFAEL ROJAS.							
FECHA DE INICIO:			9/10/2018		PREPARADO POR:			RANDY PORRAS							
FINALIZACION:			27/10/2018		FECHA:			27/11/2018							
OBSERVACIONES:					INFORME #:			18-0705							
					PIEZOMETRO:			() SI (X) NO							
INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
10,35 - 10,80		Bar	[Gráfico de golpes]				13						0		9,45 m - 11,25 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia media y semidura.
10,80 - 11,25	7	SPT	[Gráfico de golpes]				7						0		
11,25 - 11,70		Bar	[Gráfico de golpes]				7						82		
11,70 - 12,15	8	SPT	[Gráfico de golpes]				6	148					49		11,25 m - 12,60 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal(turba), de consistencia media.
12,15 - 12,60		Bar	[Gráfico de golpes]				5						38		
12,60 - 13,05		Bar	[Gráfico de golpes]				6						89		
13,05 - 13,50	9	SPT	[Gráfico de golpes]				7	40					100		12,60 m - 13,95 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosas, de consistencia media y rígida.
13,50 - 13,95		Bar	[Gráfico de golpes]				31						71		
13,95 - 14,40		Bar	[Gráfico de golpes]				89						82		
14,40 - 14,85		TP	[Gráfico de golpes]				78								
14,85 - 15,30		TP	[Gráfico de golpes]				47								
15,30 - 15,75		TP	[Gráfico de golpes]				38								
15,75 - 16,20		TP	[Gráfico de golpes]				85								
16,20 - 17,70		HQ	[Gráfico de golpes]									0	25		
17,70 - 18,09	10	SPT	[Gráfico de golpes]				54	81	39	1,44	1,77		51		13,95 m - 25,50 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poco meteorizados(relación de matriz y bloques 70/30) de consistencia rígida.
18,09 - 19,20		HQ	[Gráfico de golpes]									0	47		
19,20 - 19,65	11	SPT	[Gráfico de golpes]				35	53	44	1,26	1,54		62		
19,65 - 20,70		HQ	[Gráfico de golpes]									0	36		
20,70 - 21,11	12	SPT	[Gráfico de golpes]				28	42	39	1,62	1,77		44		
21,11 - 22,20		HQ	[Gráfico de golpes]									0	31		
22,20 - 22,65	13	SPT	[Gráfico de golpes]				44	REBOTA					22		
22,65 - 23,70		HQ	[Gráfico de golpes]									0	36		
23,70 - 24,08	14	SPT	[Gráfico de golpes]				24	36	35	1,41	1,85		53		
N.F. = 0,55 m.															
TP = Trépanos					Bar = Barreno										
Pt = # Muestra					SPT = Sistema de Penetración Estándar										
S = Simbología					% Rec. = % de recuperación										
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)					H.Q. = Rotación con broca de diamante										
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)															
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)															
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)															
					* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado										

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-13	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	6,00 m.	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER UREÑA.
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	9/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :		INFORME # :	18-0705 28/59
		PIEZOMETRO :	() SI (X) NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45									16		0,00 m - 0,15 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo de limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	10		49	1,14	0,65		60		0,15 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentas arenosas y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
0,90	1,35		Bar	8						87		
1,35	1,80		Bar	13						91		4,05 m - 6,00 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia rígida.
1,80	2,25	2	SPT	10		41	1,14			82		
2,25	2,70		Bar	12						71		
2,70	3,15		Bar	10						100		
3,15	3,60	3	SPT	11		52	1,12	0,58		67		
3,60	4,05		Bar	22						60		
4,05	4,50		Bar	42						69		
4,50	4,95	4	SPT	58		28	1,53	0,99		58		
4,95	5,40		TP	34								
5,40	5,85		TP	54								
5,85	6,00		TP	53								

N.F. = 2,25 m Est 0,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	H.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES										S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO				
0	20	40	60	80	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC							
0,00	0,45													0,00 m - 0,45 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.				
0,45	0,90	1 SPT											9	39	1,30	0,48	69	0,45 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura y dura.
0,90	1,35	Bar											16				27	
1,35	1,80	Bar											15				64	0,45 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura y dura.
1,80	2,25	2 SPT											15	36	1,31	0,77	60	
2,25	2,70	Bar											16				69	0,45 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura y dura.
2,70	3,15	Bar											14				82	
3,15	3,60	3 SPT											17	44	1,20	0,83	100	0,45 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura y dura.
3,60	4,05	Bar											16				91	
4,05	4,20	Bar											30				60	0,45 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura y dura.
4,20	4,20	TP											50					
4,20	5,40	HQ															83	4,05 m - 9,25 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia blanda, media, semidura, dura y rígida.
5,40	5,85	4 SPT											5	8	47	1,29	0,71	
5,85	6,86	HQ															99	4,05 m - 9,25 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia blanda, media, semidura, dura y rígida.
6,86	7,31	5 SPT											9	14	37	1,38	0,78	
7,31	8,40	HQ															55	9,25 m - 11,15 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media.
8,40	8,85	6 SPT											4	6	59	1,15	0,61	
8,85	9,86	HQ															100	9,25 m - 11,15 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media.
9,86	10,31	7 SPT											7	11	91	0,82	0,70	
10,31	11,45	HQ															100	11,15 m - 12,20 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia blanda.
11,45	11,90	8 SPT											3	5	49	1,18	0,55	
11,90	12,91	HQ															100	11,15 m - 12,20 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia blanda.
12,91	13,36	9 SPT											29	44	36	1,41	0,96	
												N.F. = 3,20 m.						

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-15	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	6,30 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER UREÑA
FECHA DE INICIO :	11/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	11/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 31/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60									
0,00	0,45													0,00 m - 0,30 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.	
0,45	0,90	1	SPT				11	44	1,23	0,67		69			
0,90	1,35		Bar				13					64			
1,35	1,80		Bar				15					67			
1,80	2,25	2	SPT				12	49	1,19	0,66		82		0,30 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.	
2,25	2,70		Bar				17					71			
2,70	3,15		Bar				32					60			
3,15	3,60	3	SPT				14	47	1,18	0,92		100			
3,60	4,05		Bar				47					64			
4,05	4,50		TP				12								
4,50	4,95	4	SPT				10	44	1,20			60		3,60 m - 6,30 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura y rígida.	
4,95	5,40		Bar				9					49			
5,40	5,85		Bar				6					24			
5,85	6,30	5	SPT				13	56	1,08	0,79		82			

N.F. = No hay.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



INTERVALOS METROS		P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45												
0,00	0,45												0,00 m - 0,90 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris, de consistencia semidura.
0,45	0,90	1	SPT		9		37				60		
0,90	1,35		Bar		8						82		
1,35	1,80		Bar		9						69		
1,80	2,25	2	SPT		4		47	1,19	0,48		42		
2,25	2,70		Bar		8						47		
2,70	3,15		Bar		14						56		
3,15	3,60	3	SPT		34		54	1,12	1,09		60		0,90 m - 5,40 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia blanda, media, semidura, dura y rígida.
3,60	4,05		Bar		29						69		
4,05	4,50		Bar		19						60		
4,50	4,95	4	SPT		14						0		
4,95	5,40		Bar		25						33		
5,40	5,85		Bar		25						47		
5,85	6,30	5	SPT		23						0		5,40 m - 8,00 m CAPA C Limo arcillo arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia dura.
6,30	7,50		HQ								56		
7,50	9,00		HQ								47		8,00 m - 9,00 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas.
9,00	10,50		HQ								40		9,00 m - 10,25 m CAPA F Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba).
10,50	11,00		HQ								80		
11,00	12,00		HQ								80		10,25 m - 13,50 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos.
12,00	13,50		HQ								60		
13,50	15,00		HQ								53		
15,00	16,00		HQ								30		
16,00	16,50		HQ								80		13,50 m - 20,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30 de tamaño máximo 10 cm.
													N.F. = 2,25 m - E.S.T. = 0,70 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Castro & DeLaTorre INGENIEROS CONSULTORES</p> <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-16	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	20,00 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y MARCO MOSCO
FECHA DE INICIO :	11/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	14/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL		INFORME # : 18-0705 33/59
		PIEZOMETRO : (x) SI () NO	

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N*	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60									
16,50	18,00	HQ	[Vertical lines representing blow counts]												13,50 m - 20,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30 de tamaño máximo 10 cm.
18,00	19,50	HQ	[Vertical lines representing blow counts]											30	
19,50	20,00	HQ	[Vertical lines representing blow counts]											27	
			[Vertical lines representing blow counts]												44

N.F. = 2,25 m - E.S.T. = 0,70 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm ² (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

Esta perforación se llegó hasta 6,30 m de profundidad con el sistema de perforación estándar SPT, luego se continuó hasta los 20,00 m de profundidad con el sistema a rotación con broca de diamante para la instalación de un piezómetro en este sector, por lo tanto, no se recopiló información del valor de N_{spt} o ensayos de confinada desde 6,30 m hasta los 20,00 m de profundidad, y debido a ello no se presentan valores de capacidad en dicho tramo.

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-17	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	6,30 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	FERNANDO GONZALES
FECHA DE INICIO :	11/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	11/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 34/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											0,00 m - 0,25 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	6		36	1,36	0,66		42		
0,90	1,35		Bar	5						100		
1,35	1,80		Bar	9						93		
1,80	2,25	2	SPT	12		52	1,00			100		0,25 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media y semidura.
2,25	2,70		Bar	8						100		
2,70	3,15		Bar	7						93		
3,15	3,60	3	SPT	8		51	1,15	0,43		89		
3,60	4,05		Bar	15						93		
4,05	4,50		Bar	15						82		
4,50	4,95	4	SPT	13		50	1,15	0,76		49		
4,95	5,40		Bar	16						82		
5,40	5,85		Bar	17						49		
5,85	6,30	5	SPT	17		53				71		

N.F. = 0,45 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-18	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	26,00 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER UREÑA Y FERNANDO GONZALES
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	26/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 35/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N ^o	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											
0,45	0,90	1	SPT	5		52	1,14	0,39		53		0,00 m - 3,15 m CAPA B Limo plástico de color café oscuro a negro con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
0,90	1,35		Bar	9						87		
1,35	1,80		Bar	12						93		
1,80	2,25	2	SPT	15		50	1,16	0,79		82		3,15 m - 9,00 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia blanda, media, semidura, dura y rígida.
2,25	2,70		Bar	17						60		
2,70	3,15		Bar	29						100		
3,15	3,60	3	SPT	54		53	1,08	1,21		100		
3,60	4,05		Bar	32						53		
4,05	4,50		Bar	43						58		
4,50	4,95	4	SPT	24						49		9,00 m - 11,70 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media, semidura y dura.
4,95	5,40		Bar	25						47		
5,40	5,85		Bar	27						62		
5,85	6,30	5	SPT	22		42	1,25	0,95		100		
6,30	6,75		Bar	22						42		
6,75	7,20		Bar	29						60		
7,20	7,65	6	SPT	16		36	1,40	0,93		100		N.F. = 4,05 m - E.S.T. = 1,00 m
7,65	8,10		Bar	13						38		
8,10	8,55		Bar	6						49		
8,55	9,00	7	SPT	4		52				71		
9,00	9,45		Bar	9						38		
9,45	9,90		Bar	13						49		
9,90	10,35	8	SPT	20		33				60		

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS			TIPO DE PERF	No. GOLPES										DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO				
			Pt	0	20	40	60	80	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*		%RQD	%REC	S	
10,35	10,80		Bar						15						40			9,00 m - 11,70 m CAPA D Limo plástico de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media, semidura y dura.
10,80	11,25		Bar						10						38			
11,25	11,70	9	SPT						8		66				49			11,70 m - 13,05 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia media y semidura.
11,70	12,15		Bar						7						44			
12,15	12,60		Bar						11						27			13,05 m - 15,86 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media, semidura, dura y rígida.
12,60	13,05	10	SPT						12		168				47			
13,05	13,50		Bar						7						42			15,86 m - 26,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 25 cm, de consistencia dura y rígida.
13,50	13,95		Bar						10						53			
13,95	14,40	11	SPT						12		38	1,35	0,73		93			
14,40	14,85		Bar						8						44			N.F. = 4,05 m - E.S.T. = 1,00 m.
14,85	15,30		Bar						14						58			
15,30	15,75	12	SPT						21		46	1,25	0,82		60			
15,75	15,86		Bar						45						38			
15,86	16,21	13	SPT						39	59	35	1,41	1,50		82			
16,21	17,41		HQ												58			
17,41	17,86	14	SPT						29	44	35	1,46	1,74		100			
17,86	18,89		HQ												73			
18,89	19,34	15	SPT						50	75	38	1,33	2,02		82			
19,34	20,43		HQ												100			
20,43	20,88	16	SPT						26	39	27	1,60	1,84		69			
20,88	21,89		HQ												89			
21,89	22,34	17	SPT						39	59	43	1,24	1,61		69			
22,34	23,00		HQ												60			

TP = Trépanos
Pt = # Muestra
S = Simbología
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)

Bar = Barreno
SPT = Sistema de Penetración Estándar
% Rec. = % de recuperación
B.Q. = Rotación con broca de diamante
* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45												
0,00	0,45												0,00 m - 0,20 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT		9		50				60		0,20 m - 5,50 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
0,90	1,35		Bar		11						71		
1,35	1,80		Bar		11						100		5,50 m - 8,50 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras.
1,80	2,25	2	SPT		13		45	1,26	0,78		78		
2,25	2,70		Bar		13						73		8,50 m - 11,90 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia blanda y semidura.
2,70	3,15		Bar		11						100		
3,15	3,60	3	SPT		14		49	1,29	0,73		100		11,90 m - 12,89 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia semidura.
3,60	4,05		Bar		30						78		
4,05	4,50		Bar		50						31		12,89 m - 15,71 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media.
4,50	4,95		TP		40								
4,95	5,50		TP		60								
5,50	7,00		HQ								67		
7,00	8,50		HQ								73		
8,50	9,96		HQ								34		
9,96	10,41	4	SPT		15	23	37	1,28	1,05		60		
10,41	11,45		HQ								63		
11,45	11,90	5	SPT		4	6	160	0,47			100		
11,90	12,44		HQ								83		
12,44	12,89	6	SPT		9	14	147	0,52	0,57		60		
12,89	14,00		HQ								100		
14,00	14,45	7	SPT		8	12	41	1,31	0,47		60		
14,45	15,91		HQ								100		
													N.F. = 3,55 m - E.S.T. = 2,65 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-19	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	26,00 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y FERNANDO GONZALES
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	23/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 39/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
15,91	16,36	8	SPT	40	27	27	1,61	1,60		60		15,71 m - 26,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 26 cm y el mínimo 5 cm de consistencia dura y rígida.
16,36	17,45		HQ							27		
17,45	17,90	9	SPT	33	50	47	1,23	1,98		82		
17,90	18,91		HQ							94		
18,91	19,00	10	SPT	35	53	40				42		
19,00	20,45		HQ							34		
20,45	20,90	11	SPT	29	44	44	1,21	1,48		38		
20,90	21,91		HQ							69		
21,91	22,36	12	SPT	26	39	36	1,39	1,51		100		
22,36	23,45		HQ							69		
23,45	23,90	13	SPT	30	45	27	1,53			69		
23,90	24,91		HQ							84		
24,91	25,21	14	SPT	50	75	43	1,26	1,64		82		
25,21	26,00		HQ							51		

N.F. = 3,55 m - E.S.T. = 2,65 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



INTERVALOS METROS		P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
METROS													
0,00	0,45												0,00 m - 0,40 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT		9		51	1,15	0,77		100		
0,90	1,35		Bar		13						91		
1,35	1,80		Bar		14						82		
1,80	2,25	2	SPT		38		36	1,36	1,10		87		
2,25	2,70		Bar		19						100		
2,70	3,15		Bar		54						73		
3,15	3,60	3	SPT		17		46	1,21	1,04		73		0,40 m - 8,00 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
3,60	4,05		Bar		29						56		
4,05	4,35		Bar		59						38		
4,35	4,80		TP		45								
4,80	5,25		TP		58								
5,25	5,65		TP		89								
5,65	6,92		HQ								35		
6,92	7,37	4	SPT		17	26	44	1,25	1,05		93		
7,37	8,46		HQ								87		
8,46	8,91	5	SPT		2	3	35	1,41	0,58		82		8,00 m - 10,37 m CAPA C Limo arcillo arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia muy blanda y dura.
8,91	9,92		HQ								0		
9,92	10,37	6	SPT		19	29					0		
10,37	11,46		HQ								100		10,37 m - 11,00 m CAPA D Limo plástico de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos.
11,46	11,91	7	SPT		3	5	72	0,91	0,42		91		11,00 m - 12,41 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia blanda.
11,91	12,92		HQ								100		
12,92	13,37	8	SPT		4	6	46	1,18	0,54		100		
N.F. = 1,40 m - E.S.T. = 0,40 m.													

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-20	LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	26,00 m	SISTEMA DE PERFORACION : PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR: OMER RAMIREZ Y FERNANDO GONZALES	
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR: RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	19/10/2018	FECHA: 27/11/2018	INFORME # : 18-0705 41/59
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		PIEZOMETRO : (x) SI () NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
13,37	14,46	HQ								23		12,41 m - 14,35 m CAPA F Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia blanda.
14,46	14,91	9 SPT		6	9					100		14,35 m - 15,30 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media.
14,91	15,92	HQ								56		
15,92	16,37	10 SPT		28	42	42	1,29	1,72		60		
16,37	17,51	HQ								44		
17,51	17,96	11 SPT		63	95					0		
17,96	19,23	HQ								24		
19,23	19,68	12 SPT		47	71	38	1,35	1,31		69		
19,68	20,51	HQ								20		
20,51	20,96	13 SPT		36	54	37	1,35	1,20		60		15,30 m - 26,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 10 cm y el mínimo 5 cm de consistencia dura y rígida.
20,96	21,97	HQ								59		
21,97	22,17	14 SPT		58	87	35	1,33	1,57		69		
22,17	23,56	HQ								65		
23,56	23,86	15 SPT		70	105	23	1,82			82		
23,86	25,00	HQ								57		
25,00	25,45	16 SPT		60	90	32	1,43			47		
25,45	26,00	HQ								60		

N.F. = 1,40 m - E.S.T. = 0,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45												
0,00	0,45												0,00 m - 0,45 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT		2		55	1,08	0,16		56		
0,90	1,35		Bar		12						71		
1,35	1,80		Bar		11						82		
1,80	2,25	2	SPT		50		53	1,10	0,73		60		0,45 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia muy blanda, media, semidura, dura y rígida.
2,25	2,70		Bar		14						100		
2,70	3,15		Bar		7						82		
3,15	3,60	3	SPT		10		52				82		
3,60	4,05		Bar		16						71		
4,05	4,50		Bar		19						71		
4,50	4,95	4	SPT		20		51	1,15	1,00		82		
4,95	5,40		Bar		30						62		
5,40	5,85		Bar		22						38		
5,85	6,30	5	SPT		18						82		
6,30	6,75		Bar		27						56		
6,75	7,20		TP		22								4,05 m - 12,60 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
7,20	7,65		TP		24								
7,65	8,10		TP		20								
8,10	8,55		TP		22								
8,55	9,00	6	SPT		33						0		
9,00	9,45		TP		30								
9,45	9,90		TP		30								
9,90	10,35		TP		40								
													N.F. = 2,25 m - E.S.T. = 1,20 m.
TP = Trépanos P _t = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm ³ (ASTM D-2937**)				Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación B.Q. = Rotación con broca de diamante				* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado					

 Su proyecto en suelo firme.			PROYECTO :		HOSPITAL DE CARTAGO.										
			UBICACION :		TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.										
PERFORACION:			LOCALIZACION DE PERFORACION:		VER PLANO										
PROFUNDIDAD TOTAL:			SISTEMA DE PERFORACION :		PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE										
NIVEL DEL TERRENO :			PERFORADOR:		MARCO ALVARADO										
FECHA DE INICIO :			PREPARADO POR:		RANDY PORRAS										
FINALIZACION :			FECHA:		27/11/2018										
OBSERVACIONES :			INFORME # :		18-0705 43/59										
CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.			PIEZOMETRO :		() SI (X) NO										
INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES				N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
10,35	10,80	TP	[Barrenos]				42								4,05 m - 12,60 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
10,80	11,25	7 SPT	[SPT]				66						31		
11,25	11,70	TP	[Barrenos]				43								
11,70	12,15	TP	[Barrenos]				50								12,60 m - 14,46 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia dura.
12,15	12,60	TP	[Barrenos]				58								
12,60	13,11	HQ	[Huellas]											100	
13,11	13,56	8 SPT	[SPT]				27	41	32	1,50	1,01			100	
13,11	14,61	HQ	[Huellas]											70	
14,61	15,06	9 SPT	[SPT]				44	66	41	1,12	1,55			82	14,46 m - 23,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 10 cm y el mínimo 5 cm de consistencia dura y rígida.
14,61	16,11	HQ	[Huellas]											27	
16,11	16,56	10 SPT	[SPT]				37	56	42	1,27	1,85			60	
16,11	18,31	HQ	[Huellas]											27	
18,31	18,76	11 SPT	[SPT]				30	45	49	1,19	1,99			60	
18,31	19,81	HQ	[Huellas]											33	
19,81	19,86	12 SPT	[SPT]				REBOTA						0		
19,81	21,31	HQ	[Huellas]				REBOTA						60		
21,31	21,31	13 SPT	[SPT]				REBOTA						0		
21,31	22,81	HQ	[Huellas]				REBOTA						33		
22,81	22,81	14 SPT	[SPT]				REBOTA						0		
22,81	23,00	HQ	[Huellas]				REBOTA						102		
N.F. = 2,25 m - E.S.T. = 1,20 m.															
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)							Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación B.Q. = Rotación con broca de diamante * Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado								

INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
Pt												
0,00	0,45											0,00 m - 0,20 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	2		48				49		
0,90	1,35		Bar	3						71		
1,35	1,80		Bar	8						56		
1,80	2,25	2	SPT	11		50				56		0,20 m - 4,05 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia muy blanda, blanda, media, semidura y dura.
2,25	2,70		Bar	12						49		
2,70	3,15		Bar	15						69		
3,15	3,60	3	SPT	16						100		
3,60	4,05		Bar	25						60		
4,05	4,50		Bar	24						47		
4,50	4,95	4	SPT	18						29		
4,95	5,40		Bar	25						51		
5,40	5,85		Bar	33						64		
5,85	6,30	5	SPT	25						24		4,05 m - 9,00 m CAPA C Limo arcillo arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
6,30	6,75		Bar	34						60		
6,75	7,20		TP	20								
7,20	7,35		TP	50								
7,35	9,00		HQ							64		
9,00	9,45	6	SPT	10	15	53				49		
9,00	10,11		HQ							27		9,00 m - 11,21 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.
10,11	10,56	7	SPT	5	8	68	0,95	0,52		100		
10,11	11,61		HQ							70		
11,61	12,06	8	SPT	4	6	47	1,19	0,68		100		11,21 m - 12,15 m CAPA F Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia blanda.
N.F. = 3,50 m - E.S.T. = 0,40 m.												

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



INTERVALOS METROS			TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
	Pt												
11,61	13,11		HQ										11,21 m - 12,15 m CAPA F Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba), de consistencia blanda.
13,11	13,56	9	SPT		10	15	31	1,47	0,86		100		12,15 m - 15,20 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura y dura.
13,11	14,61		HQ								70		
14,61	15,06	10	SPT		24	36	47	1,20	1,04		100		
14,61	16,11		HQ								33		
16,11	16,56	11	SPT		29	44	48	1,21	1,53		82		
16,11	17,61		HQ								70		
17,61	17,71	12	SPT		50	75					0		
17,61	19,11		HQ								40		
19,11	19,11	13	SPT		REBOTA						0		15,20 m - 23,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 25 cm y el mínimo 5 cm de consistencia dura y rígida.
19,11	20,61		HQ								33		
20,61	21,06	14	SPT		32	48	24	1,54	1,93		60		
20,61	22,11		HQ								47		
22,11	22,11	15	SPT		REBOTA						0		
22,11	23,00		HQ								45		
23,00	23,00	16	SPT		REBOTA						0		
													N.F. = 3,50 m - E.S.T. = 0,40 m.
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)						Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación B.Q. = Rotación con broca de diamante * Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado							

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-23	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	23,84 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y MARCOS ALVARADO
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	9/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 46/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P _t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											0,00 m - 0,55 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	2		46	1,20	0,12		64		
0,90	1,35		Bar	4						0		
1,35	1,80		Bar	10						42		
1,80	2,25	2	SPT	24		49	1,15	0,69		64		0,55 m - 4,50 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia muy blanda, blanda, semidura y dura.
2,25	2,70		Bar	17						60		
2,70	3,15		Bar	14						56		
3,15	3,60	3	SPT	14		47	1,10	0,79		93		
3,60	4,05		Bar	17						42		
4,05	4,50		Bar	13						0		
4,50	4,95	4	SPT	13		49	1,10	0,73		60		
5,00	5,40		Bar	17						69		
5,40	5,85		Bar	19						67		
5,85	6,30	5	SPT	25		49	1,26	0,88		60		4,50 m - 8,35 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
6,30	6,75		Bar	18						60		
6,75	7,20		Bar	14						64		
7,20	7,65	6	SPT	35		40				60		
7,65	8,10		TP	14								
8,10	8,36		TP	62								
8,36	9,89		HQ							65		
9,89	10,34	7	SPT	10	15	60	1,06	0,77		60		8,35 m - 11,84 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia blanda y semidura.
9,89	11,39		HQ							100		
11,39	11,84	8	SPT	3	5	70	0,93	0,54		100		

N.F. = 3,60 m - E.S.T. = 0,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>			PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.		
			UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-23	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO		
PROFUNDIDAD TOTAL:	23,84 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE		
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y MARCOS ALVARADO		
FECHA DE INICIO :	9/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS		
FINALIZACION :	9/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705	47/59
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		PIEZOMETRO : () SI (X) NO		

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
11,39 - 12,89		HQ								47		11,84 m - 11,99 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba).
12,89 - 13,34	9	SPT		8	12	40	1,36	0,83		100		
12,89 - 14,39		HQ								60		11,99 m - 15,69 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media y dura.
14,39 - 14,84	10	SPT		16	24	42	1,26	1,02		100		
14,39 - 15,89		HQ								56		
15,89 - 16,34	11	SPT		52	78	49	1,16	1,60		100		
15,89 - 17,39		HQ								28		
17,39 - 17,84	12	SPT		55	83					0		
17,39 - 18,89		HQ								33		
18,89 - 19,12	13	SPT		62	93	39	1,46	1,88		64		
18,89 - 20,39		HQ								40		15,69 m - 23,85 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de consistencia dura y rígida.
20,39 - 20,40	14	SPT		50	75					0		
20,39 - 21,89		HQ								60		
21,89 - 22,34	15	SPT		46	69	35	1,41	1,70		100		
21,89 - 23,39		HQ								33		
23,39 - 23,85	16	SPT		38	57					0		

N.F. = 3,60 m - E.S.T. = 0,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-24	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	20,00 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZALES
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	16/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 48/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											0,00 m - 0,50 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	5		51	1,12	0,35		69		
0,90	1,35		Bar	6						100		
1,35	1,80		Bar	8						100		
1,80	2,25	2	SPT	11		44	1,23	0,56		82		0,50 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media y semidura.
2,25	2,70		Bar	10						69		
2,70	3,15		Bar	13						60		
3,15	3,60	3	SPT	13		57	1,08	0,70		100		
3,60	4,05		Bar	17						51		
4,05	4,50		Bar	21						60		
4,50	4,95	4	SPT	17		45	1,20	0,79		100		
4,95	5,40		Bar	20						69		
5,40	5,85		Bar	12						31		3,60 m - 7,75 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
5,85	6,30	5	SPT	21		40	1,28	1,26		100		
6,30	6,75		Bar	52						60		
6,75	7,20		TP	18								
7,20	7,65		TP	41								
7,65	7,72		TP	35								
7,72	8,32		HQ							100		7,75 m - 9,20 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con vetas arenosas, de consistencia media.
8,32	8,77	6	SPT	8	12					0		
8,77	9,78		HQ							100		
9,78	10,23	7	SPT	16	24	32	1,48	0,75		100		9,20 m - 12,78 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia blanda y dura.
10,23	11,32		HQ							100		

N.F. = 0,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.		
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.		
PERFORACION:	P-24	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	20,00 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	LUIS AGUILAR Y FERNANDO GONZALES	
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	16/10/2018	FECHA:	27/11/2018	INFORME # : 18-0705 49/59
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		PIEZOMETRO : () SI (X) NO	

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES					N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60	80									
11,32 - 11,77	8	SPT	[Vertical bar chart showing 6 blows]					4	6	68	0,95	0,77		93		9,20 m - 12,78 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia blanda y dura.
11,77 - 12,78		HQ	[Vertical bar chart showing 112 blows]					7	11	112	0,64	0,66		82		12,78 m - 13,53 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba) de consistencia media.
12,78 - 13,23	9	SPT	[Vertical bar chart showing 45 blows]					8	12	45	1,25	0,87		82		15,53 m - 17,02 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media.
13,23 - 14,32		HQ	[Vertical bar chart showing 1,25 blows]											48		
14,32 - 14,77	10	SPT	[Vertical bar chart showing 0,66 blows]											51		
14,77 - 16,02		HQ	[Vertical bar chart showing 0,87 blows]											87		
16,02 - 17,32		HQ	[Vertical bar chart showing 0,95 blows]											59		
17,32 - 18,82		HQ	[Vertical bar chart showing 0,66 blows]													
18,82 - 20,00		HQ	[Vertical bar chart showing 0,66 blows]													

N.F. = 0,50 m.

TP = Trépanos
Pt = # Muestra
S = Simbología
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)

Bar = Barreno
SPT = Sistema de Penetración Estándar
% Rec. = % de recuperación
B.Q. = Rotación con broca de diamante
* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-25	LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO	
PROFUNDIDAD TOTAL:	20,00 m	SISTEMA DE PERFORACION : PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE	
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR: ALEXANDER MORA Y FERNANDO GONZALES	
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR: RANDY PORRAS	
FINALIZACION :	13/10/2018	FECHA: 27/11/2018	INFORME # : 18-0705 50/59
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		PIEZOMETRO : (x) SI (X) NO

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											0,00 m - 0,35 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	6						27		
0,90	1,35		Bar	7						27		
1,35	1,80		Bar	12	172					27		
1,80	2,25	2	SPT	15						87		
2,25	2,70		Bar	19						73		
2,70	3,15		Bar	17						80		
3,15	3,60	3	SPT	15	49	1,24	0,84			71		
3,60	4,05		Bar	17						38		
4,05	4,50		Bar	15						100		
4,50	4,95	4	SPT	24	48	1,25	0,95			69		
4,95	5,40		Bar	24						64		
5,40	5,85		Bar	21						82		
5,85	6,30	5	SPT	16	44	1,25	0,80			76		
6,30	6,75		Bar	30						80		
6,75	7,20		Bar	39						71		
7,20	7,65	6	SPT	23	45	1,24	1,16			100		
7,65	8,10		Bar	51						71		
8,10	8,30		TP	80								
8,30	9,81		HQ							64		
9,81	10,26	7	SPT	19	29	35	1,46	0,86		100		
10,26	11,35		HQ							58		
11,35	11,80	8	SPT	6	9	68	1,00	0,56		100		

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

N.F. = 2,60 m - E.S.T. = 0,50 m.

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-25	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	20,00 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER MORA Y FERNANDO GONZALES
FECHA DE INICIO :	10/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	13/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 51/59
		PIEZOMETRO :	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
11,80 - 12,81		HQ								69		10,26 m - 13,26 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia blanda y media.
12,81 - 13,26	9	SPT		3	5	85	0,81	0,74		71		
13,26 - 14,35		HQ								100		13,26 m - 14,80 m CAPA F Limo de alta plasticidad de color negro con materia vegetal (turba) de consistencia semidura.
14,35 - 14,80	10	SPT		10	15	172				47		
14,80 - 15,81		HQ								59		
15,81 - 16,26	11	SPT		6	9	41	1,41	0,72		100		14,80 m - 17,35 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media.
16,26 - 17,35		HQ								64		
17,35 - 18,85		HQ								87		
18,85 - 20,00		HQ								27		17,35 m - 20,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 10 cm y el mínimo 2 cm.

N.F. = 2,60 m - E.S.T. = 0,50 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-26	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	28,40 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	FERNANDO GONZALES
FECHA DE INICIO :	26/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	26/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 52/59
		PIEZOMETRO :	() SI (X) NO

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45	1	SPT	10		41	1,22	0,56		69		0,00 m - 0,90 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris, de consistencia media y semidura.
0,45	0,90	2	SPT	6						0		
0,90	1,35		Bar	5						78		
1,35	1,80		Bar	10						93		
1,80	2,25	3	SPT	10		49	1,14	0,47		82		0,90 m - 3,15 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia media y semidura.
2,25	2,70		Bar	14						100		
2,70	3,15		Bar	9						47		
3,15	3,60	4	SPT	8		37	1,35	0,51		100		
3,60	4,05		Bar	10						64		
4,05	4,50		Bar	10						69		
4,50	4,95	5	SPT	10		35	1,37	0,46		100		
4,95	5,40		Bar	11						100		
5,40	5,85		Bar	11						69		
5,85	6,30	6	SPT	10		36	1,41	0,57		100		3,15 m - 8,55 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura y dura.
6,30	6,75		Bar	15						69		
6,75	7,20		Bar	13						69		
7,20	7,65	7	SPT	17						24		
7,65	8,10		Bar	20						93		
8,10	8,55		Bar	7						0		
8,55	9,00	8	SPT	6		43	1,26	0,48		73		
9,00	9,45		Bar	7						69		
9,45	9,90		Bar	11						0		
9,90	10,35	9	SPT	9						0		

N.F. = 4,65 m - E.S.T. = 1,40 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



INTERVALOS METROS		TIPO DE PERF	No. GOLPES										DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
	Pt		N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S			
10,35	10,80	10	SPT	11		51	1,16	0,53		60	8,55 m - 12,15 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.		
10,80	11,25		Bar	8						69			
11,25	11,70		Bar	6						0			
11,70	12,15	11	SPT	6						24	12,15 m - 13,05 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba) de consistencia media.		
12,15	12,60		Bar	7						60			
12,60	13,05		Bar	6						64	13,05 m - 15,30 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia semidura y dura.		
13,05	13,50	12	SPT	11		94				42			
13,50	13,95		Bar	10						0			
13,95	14,40		Bar	10						69			
14,40	14,85	13	SPT	18		36	1,38	1,05		47			
14,85	15,30		Bar	30						64	15,30 m - 28,40 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 20 cm y el mínimo 5 cm, de consistencia dura y rígida.		
15,30	15,75		Bar	50						69			
15,75	15,90	14	SPT	30		40	1,29	1,76		82			
15,90	17,37		HQ							41			
17,37	17,82	15	SPT	37	56	33	1,77	1,83		60			
17,82	18,83		HQ							100			
18,83	19,13	16	SPT	48	72					0			
19,13	20,37		HQ							60			
20,37	20,57	17	SPT	40	60	38				42			
20,57	21,83		HQ							48			
21,83	22,28	18	SPT	57	86	34	1,26			69			
22,28	23,37		HQ							90			
23,37	23,82	19	SPT	37	56	40	1,62	1,63		71			
N.F. = 4,65 m - E.S.T. = 1,40 m.													
TP = Trépanos			Bar = Barreno										
Pt = # Muestra			SPT = Sistema de Penetración Estándar										
S = Simbología			% Rec. = % de recuperación										
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)			B.Q. = Rotación con broca de diamante										
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)													
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)													
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)													
			* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado										

 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>	PROYECTO :	HOSPITAL DE CARTAGO.
	UBICACION :	TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.
PERFORACION:	P-27	LOCALIZACION DE PERFORACION: VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	28,20 m	SISTEMA DE PERFORACION : PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR: ALEXANDER UREÑA Y LUIS AGUILAR
FECHA DE INICIO :	27/10/2018	PREPARADO POR: RANDY PORRAS
FINALIZACION :	31/10/2018	FECHA: 27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.	INFORME # : 18-0705 55/59
		PIEZOMETRO : () SI (X) NO

INTERVALOS METROS	Pt	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45											0,00 m - 0,35 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT	9						60		
0,90	1,35		Bar	11						93		
1,35	1,80		Bar	13						93		
1,80	2,25	2	SPT	25	48	1,18	0,88			60		0,35 m - 5,85 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosas y piedras, de consistencia semidura, dura y rígida.
2,25	2,70		Bar	20						0		
2,70	3,15		Bar	15						60		
3,15	3,60	3	SPT	10	38	1,32	1,19			67		
3,60	4,05		Bar	13						60		
4,05	4,50		Bar	13						49		
4,50	4,95	4	SPT	17	50	1,14	3,53			82		
4,95	5,40		Bar	34						73		
5,40	5,85		Bar	33						60		
5,85	6,30	5	SPT	35	44	1,18	1,76			60		
6,30	6,75		Bar	37						71		
6,75	7,20		Bar	22						60		
7,20	7,65	6	SPT	10	33	1,46	0,63			102		5,85 m - 9,00 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia media, semidura, dura y rígida.
7,65	8,10		Bar	8						60		
8,10	8,55		Bar	10						38		
8,55	9,00	7	SPT	13	47	1,20				82		
9,00	9,45		Bar	25						49		
9,45	9,90		Bar	4						82		
9,90	10,35	8	SPT	10	27	1,41				82		9,00 m - 11,25 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia blanda, media, semidura y dura.

N.F. = 9,00 m - E.S.T. = 2,52 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS			TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C'	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
		Pt											
10,35	10,80		Bar		14						60		9,00 m - 11,25 m CAPA D Limo plástico de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia blanda, media, semidura y dura.
10,80	11,25		Bar		6						60		
11,25	11,70	9	SPT		8						53		11,25 m - 11,70 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba) de consistencia media.
11,70	12,15		Bar		8						49		11,70 m - 13,50 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verdusco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media, semidura y rígida.
12,15	12,60		Bar		11						38		
12,60	13,05	10	SPT		10	36					60		
13,05	13,50		Bar		13						51		
13,50	13,80		Bar		55						38		13,50 m - 24,17 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 30 cm y el mínimo 10 cm, de consistencia media, semidura, dura y rígida.
13,80	14,67		HQ								37		
14,67	16,17		HQ								40		
16,17	16,62	11	SPT		51	77	43	1,24	0,97		60		
16,17	17,67		HQ								33		
17,67	18,12	12	SPT		28	42					0		
17,67	19,17		HQ								0		
19,17	19,62	13	SPT		39	59	25	1,75	0,90		56		
19,17	19,87		HQ								0		
19,87	20,62		HQ								49		
20,62	21,37		HQ								66		
21,37	21,83	14	SPT		6	9					0		
21,37	22,87		HQ								49		
22,87	23,32	15	SPT		12	18	33	2,04			82		
22,87	23,72		HQ								56		
23,72	24,17	16	SPT		30	45					0		
N.F. = 9,00 m - E.S.T. = 2,52 m.													

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



 <p>Su proyecto en suelo firme.</p>		PROYECTO : HOSPITAL DE CARTAGO.	
		UBICACION : TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.	
PERFORACION:	P-27	LOCALIZACION DE PERFORACION:	VER PLANO
PROFUNDIDAD TOTAL:	28,20 m	SISTEMA DE PERFORACION :	PERCUSION ESTANDAR Y ROTACION CON BROCA DE DIAMANTE
NIVEL DEL TERRENO :	NIVEL ACTUAL	PERFORADOR:	ALEXANDER UREÑA Y LUIS AGUILAR
FECHA DE INICIO :	27/10/2018	PREPARADO POR:	RANDY PORRAS
FINALIZACION :	31/10/2018	FECHA:	27/11/2018
OBSERVACIONES :	CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL.		INFORME # : 18-0705 57/59
		PIEZOMETRO :	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

INTERVALOS METROS	P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES										S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
			0	20	40	60	80	N*	N corregido	%W*	Hs**	C*		
23,72	25,22	HQ	[Vertical lines representing blow counts]										0	24,17 m - 28,20 m CAPA I Lavas brichificadas de composición andesítica fracturados con patinas de meteorización, formación reventado, de consistencia semidura.
25,22	25,22	17 SPT											0	
25,22	26,72	HQ											58	
26,72	26,72	18 SPT											0	
26,72	28,20	HQ											51	
N.F. = 9,00 m - E.S.T. = 2,52 m.														

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

INTERVALOS METROS		P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corregido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
0,00	0,45												
0,00	0,45												0,00 m - 0,40 m CAPA A Relleno artificial heterogéneo limo plástico de color café oscuro contaminado con orgánico y arcilla expansiva de color gris.
0,45	0,90	1	SPT		8		42				42		
0,90	1,35		Bar		4						69		
1,35	1,80		Bar		3						60		
1,80	2,25	2	SPT		11		41	1,30	1,01		100		0,40 m - 3,60 m CAPA B Limo plástico de color café claro a amarillento con vetas grises, lentes arenosos y piedras, de consistencia blanda, media, semidura, dura y rígida.
2,25	2,70		Bar		19						71		
2,70	3,15		Bar		39						42		
3,15	3,60	3	SPT		23		50	1,17	1,23		100		
3,60	4,05		Bar		35						60		
4,05	4,50		Bar		26						38		
4,50	4,95	4	SPT		34						0		
4,95	5,40	5	SPT		24						0		
5,40	5,85	6	SPT		21		54				60		
5,85	6,30		Bar		54						24		3,60 m - 8,39 m CAPA C Limo plástico arenoso de color café oscuro a negro con olor a descomposición y piedras, de consistencia dura y rígida.
6,30	6,75		TP		25								
6,75	7,20		TP		48								
7,20	7,65		TP		62								
7,65	7,95		TP		95								
7,95	8,39		HQ								84		
8,39	8,84	7	SPT		31		47				49		
8,84	9,85		HQ								17		
9,85	10,30	8	SPT		14		21	34	1,44	0,50	64		
10,30	11,44		HQ								26		
													N.F. = 1,80 m - E.S.T. = 0,60 m.

TP = Trépanos	Bar = Barreno
Pt = # Muestra	SPT = Sistema de Penetración Estándar
S = Simbología	% Rec. = % de recuperación
N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*)	B.Q. = Rotación con broca de diamante
%W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*)	
Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)	
C = Cohesión, kg/cm2 (ASTM D-2166, Instrucción de ensayo IE-33*)	
	* Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



INTERVALOS METROS		P t	TIPO DE PERF	No. GOLPES	N°	N corre gido	%W*	Hs**	C*	%RQD	%REC	S	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
11,44	11,89	9	SPT		6	9	73	0,92	0,80		78		11,84 m - 12,30 m CAPA E Limo plástico de color café amarillento con vetas verduzcas, de consistencia media y semidura.
11,89	12,90		HQ								100		
12,90	13,35	10	SPT		6	9	43	1,36	0,80		82		12,30 m - 13,35 m CAPA F Limo arcilloso de color negro con materia vegetal (turba) de consistencia media.
13,35	14,44		HQ								72		
14,44	14,89	11	SPT		7	11	40	1,34	0,76		100		13,35 m - 15,75 m CAPA G Limo de alta plasticidad de color gris verduzco con piedras y lentes arenosos, de consistencia media.
14,89	15,90		HQ								100		
15,90	15,92	12	SPT		20	30					0		15,75 m - 21,00 m CAPA H Lahar fino de limo plástico arenoso de color café claro a amarillento con bloques decimétricos heterogéneos, poca meteorización relación de matriz y bloques 70/30, de tamaño máximo 45 cm y el mínimo 10 cm, de consistencia dura y rígida.
15,92	17,44		HQ								95		
17,44	17,89	13	SPT		47	71	43	1,27	1,77		100		
17,89	18,90		HQ								100		
18,90	19,35	14	SPT		43	65	41	1,33	1,82		60		
19,35	20,44		HQ								100		
20,44	20,45	15	SPT		30	45					0		
20,45	21,00		HQ								91		
													N.F. = 1,80 m - E.S.T. = 0,60 m.
TP = Trépanos Pt = # Muestra S = Simbología N = Valor -N- SPT (ASTM D-1586, Instrucción de Ensayo IE-16*) %W = Humedad natural (AASHTO T-265, Instrucción de ensayo IE-06*) Hs = Peso unitario seco, g/cm3 (ASTM D-2937**)						Bar = Barreno SPT = Sistema de Penetración Estándar % Rec. = % de recuperación B.Q. = Rotación con broca de diamante * Ensayo Acreditado ** Ensayo No Acreditado							

ANEXO G: Fotografías de las cajas de rotación

Caja de perforación P-2



Caja de perforación P-4



Caja de perforación P-5



Caja de perforación P-6



Caja de perforación P-7



Caja de perforación P-8



Caja de perforación P-9



Caja de perforación P-10



Caja de perforación P-11



Caja de perforación P-12



Caja de perforación P-14



Caja de perforación P-16



Caja de perforación P-18



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr



Caja de perforación P-19



Caja de perforación P-20



Caja de perforación P-21



Caja de perforación P-22



Caja de perforación P-23



Caja de perforación P-24



Caja de perforación P-25



Caja de perforación P-26



Caja de perforación P-27



Caja de perforación P-28



ANEXO H: Fotografías de los trabajos de campo



Proceso de la perforación P-1, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505141,81 Lat: 1088450,90, **Fecha:** 08/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



Proceso de la perforación P-2, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505113,85 Lat: 1088387,49, **Fecha:** 30/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-3, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505086,00 Lat: 1088324,15, **Fecha:** 08/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



Proceso de la perforación P-4, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505058,07 Lat: 1088260,92, **Fecha:** 09/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



Proceso de la perforación P-5, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505078,44 Lat: 1088430,97, **Fecha:** 12/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



Proceso de la perforación P-6, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505064,40 Lat: 1088399,15, **Fecha:** 08/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-7, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505050,35 Lat: 1088367,32, **Fecha:** 08/10/2018, **Fuente:** Alexander Ureña



Proceso de la perforación P-8, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505036,52 Lat: 1088335,75, **Fecha:** 08/10/2018, **Fuente:** Omer Ramírez



116934. P 09
18/10/2018 04:54 p. m.

Proceso de la perforación P-9, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505005,26 Lat: 1088267,88, **Fecha:** 18/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



116934. P 10
09/10/2018 11:34 a. m.

Proceso de la perforación P-10, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504973,61 Lat: 1088282,04, **Fecha:** 09/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



Proceso de la perforación P-11, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504941,83 Lat: 1088295,93, **Fecha:** 09/10/2018, **Fuente:** Alexander Mora



Proceso de la perforación P-12, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504910,07 Lat: 1088309,71, **Fecha:** 26/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-13, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504953,48 Lat: 1088255,65, **Fecha:** 09/10/2018, **Fuente:** Alexander Ureña



Proceso de la perforación P-14, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504861,00 Lat: 1088319,50, **Fecha:** 01/11/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-15, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504760,49 Lat: 1088339,38, **Fecha:** 11/10/2018, **Fuente:** Alexander Ureña



Proceso de la perforación P-16, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504697,13 Lat: 1088367,28, **Fecha:** 14/10/2018, **Fuente:** Marco Alvarado



Proceso de la perforación P-17, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504776,72 Lat: 1088376,19, **Fecha:** 11/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-18, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504912,23 Lat: 1088398,15, **Fecha:** 25/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-19, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504943,92 Lat: 1088384,29, **Fecha:** 23/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-20, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504975,56 Lat: 1088370,26, **Fecha:** 16/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-21, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504758,78 Lat: 1088471,15, **Fecha:** 20/10/2018, **Fuente:** Marco Alvarado



Proceso de la perforación P-22, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504790,38 Lat: 1088457,37, **Fecha:** 11/10/2018, **Fuente:** Alexander Ureña



Proceso de la perforación P-23, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504821,94 Lat: 1088443,38, **Fecha:** 16/10/2018, **Fuente:** Marco Alvarado



Proceso de la perforación P-24, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505009,37 Lat: 1088458,02, **Fecha:** 10/10/2018, **Fuente:** Luis Aguilar



Proceso de la perforación P-25, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 505037,20 Lat: 1088521,38, **Fecha:** 13/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-26, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504868,88 Lat: 1088416,76, **Fecha:** 29/10/2018, **Fuente:** Fernando González



Proceso de la perforación P-27, realizada en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504803,35 Lat: 1088320,08, **Fecha:** 27/10/2018, **Fuente:** Alexander Ureña



Proceso de la perforación P-28, equipo de rotación instalado en una zona con vegetación baja, de topografía bastante plana, y sin edificaciones.

Coordenadas: Long: 504993,83 Lat: 1088421,41, **Fecha:** 12/11/2018, **Fuente:** Fernando González