

ESTUDIO DE SUELOS RED DE CUIDO

*MUNICIPALIDAD DE CURRIDABAT
CONTRATACIÓN DIRECTA 2014CD-00618-01
TIRRASES, CURRIDABAT, SAN JOSÉ*

SETIEMBRE 2014

Informe preparado por:

San José, 19 de setiembre de 2014

SEÑORES
MUNICIPALIDAD DE CURRIDABAT

IM-14-037

Estimados señores:

Con base en nuestra oferta de servicios, presentamos el estudio de suelos realizado en un terreno contiguo al Colegio Técnico de Tirrases, en Tirrases de Curridabat, San José, sitio en el cual se pretende llevar a cabo la construcción de una nueva Red de Cuido y Desarrollo Infantil.

En este informe se describe la investigación efectuada en el campo y en el laboratorio, lo que permitió obtener la información básica para dar las recomendaciones que desde el punto de vista de cimentaciones, deberán considerarse en los diseños y construcción de este proyecto.

En espera de continuar colaborando con ustedes en el desarrollo de sus proyectos y quedando a sus órdenes para cualquier consulta del informe;

Atentamente,



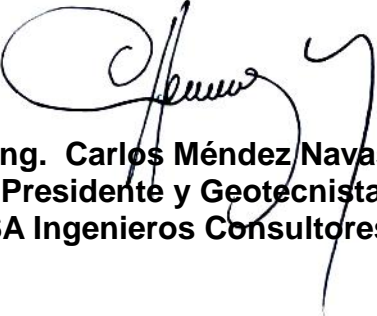
Ing. Carlos Méndez Navas
Presidente y Geotecnista
IMNSA Ingenieros Consultores S.A.

cc. Archivo

San José, 19 de Setiembre de 2013

DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

- *El presente estudio ha sido realizado por el suscrito, Ing. Carlos Méndez Navas, miembro profesional del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.*
- *Se conocen y aceptan las condiciones y requisitos establecidos por el numeral 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", de la sección II del anexo 5 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II publicado en el Alcance N° 43 de La Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005.*
- *La empresa IMNSA Ingenieros Consultores S.A. se encuentra inscrita ante el SETENA bajo el registro N° 011-97*



Ing. Carlos Méndez Navas
Presidente y Geotecnista
IMNSA Ingenieros Consultores S.A.

Contenido

I. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS.....	4
II. INTRODUCCIÓN	5
III. TRABAJO REALIZADO	6
IV. RESULTADOS GEOTECNICOS OBTENIDOS	8
IV.1 Perfil del Subsuelo	8
IV.2 Nivel Freático	10
IV.3 Caracterización Geotécnica	10
V. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS	11
V.1 Capacidad de soporte admisible del subsuelo	11
V.2 Asentamientos	12
V.3 Coeficiente Sísmico.....	12
V.4 Licuación por Sismos	13
V.5 Estructuración de Pisos.....	13
V.6 Recomendaciones para rellenos y empuje lateral	14
V.7 Estudio de estabilidad de taludes	15
V.8 Pruebas de filtración.....	15
VI. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	18
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
ANEXO A: PERFIL DE PERFORACIÓN.....	20
ANEXO B: LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS	24
ANEXO C: PLANO CATASTRADO.....	26

I. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS

La investigación efectuada permitió determinar el perfil del subsuelo en el área de interés y elaborar las conclusiones y recomendaciones que se presenta en este informe.

Se realizaron tres perforaciones, las perforaciones T-1 y T-2 con una profundidad de 4,50 metros y la perforación T-3 con una profundidad de 4,00 metros, tal y como se indica en el Capítulo III.

En las perforaciones no se detectó el nivel freático a las profundidades estudiadas, con respecto al nivel actual del terreno.

El depósito de suelo estudiado está constituido básicamente por limos arcillosos de alta plasticidad (SUCS MH). En la perforación T-2 se identifica un estrato de arcillas de alta plasticidad (CH).

Debido al potencial de expansión de los estratos estudiados, no se recomienda la utilización de cimientos convencionales únicamente, por lo que se aconseja el diseño de una losa flotante (*Mat foundation*).

Se estima que la capacidad soportante del terreno en estas condiciones de cimentación es de 3,34 ton/m².

Se debe de asegurar que durante la excavación para la colocación de los cimientos se logre encontrar un estrato libre de materia orgánica y material de relleno.

Debido a la consistencia y tipo de los suelos encontrados, se descarta que se presente el fenómeno de licuefacción en el sitio.

El resultado de la prueba de infiltración demuestra que el terreno es apto para la utilización de drenajes convencionales tipo zanjas de absorción.

Si durante la ejecución de la etapa constructiva se encuentra alguna variación de las condiciones esquematizadas en este reporte, o si se implementan cambios en el diseño del proyecto, se deberá dar información para que pueda revisarse y de ser necesario modificarla.

Cualquier situación no contemplada en este informe se nos deberá consultar al respecto.

II. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Contratación Directa 2014CD-000618-01 la empresa IMNSA Ingenieros Consultores S.A. procedió con la realización del siguiente estudio de suelos. Dicho estudio servirá como referencia para la construcción de una Red de Cuido en Tirrases, Curridabat, San José.

La ubicación del terreno se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación del Proyecto, tomado de la hoja cartográfica Abra, escala 1:50 000.

Ubicada en la zona Quince de Agosto, en un terreno contiguo al Colegio Técnico Profesional Uladislao Gámez Solano.

Distrito: 04^o Tirrases

Cantón: 18^o Curridabat

Provincia: 01^o San José

El objetivo del estudio es definir las características geotécnicas de los suelos existentes en el sector seleccionado, para con esto determinar el nivel de cimentación recomendado para apoyar la futura edificación.

Adicionalmente este reporte presenta los resultados de la investigación y análisis geotécnico efectuado, para con ello establecer un modelo geotécnico que describa las condiciones del terreno, llevar a cabo el análisis y establecer recomendaciones de la capacidad de soporte del suelo y diseño de cimentaciones.

III. TRABAJO REALIZADO

Se efectuaron tres sondeos exploratorios, los cuales se avanzaron mediante la ejecución continua del ensayo SPT (*Standard Penetration Test*), ASTM D-1586. En este ensayo, se avanza a golpes el tubo muestreador por medio de un mazo de 63,5 kg (140 libras) que cae desde una altura de 76,2 cm.

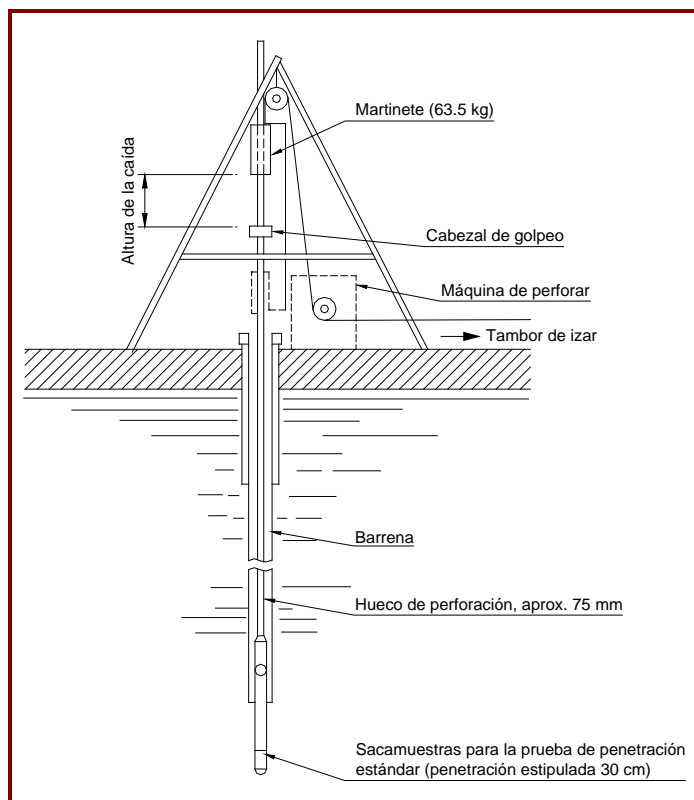


Figura 2. Esquema de la Prueba de Penetración Estándar (SPT).

Las profundidades alcanzadas en cada sondeo exploratorio se presentan en el Cuadro 1 y su ubicación puede observarse en el anexo B.

Cuadro 1. Total de sondeos exploratorios realizados y su profundidad respectiva.

Sondeo	Profundidad (m)
T-1	4,50
T-2	4,50
T-3	4,00

El objetivo de estos sondeos fue el de extraer muestras para describir el perfil del suelo en profundidad. Asimismo, estas muestras fueron enviadas al laboratorio para la ejecución de ensayos de caracterización física y mecánica.

A las muestras obtenidas en los sondeos exploratorios y adonde fue posible se evaluó:

P.U. / w(%): Densidad y Contenido de Humedad del Suelo (ASTM D-2216).

LL/LP: Límite de Atterberg (ASTM D-4318).

Q_u: Ensayo de compresión inconfiada (ASTM D-2166).
A.Gran: Análisis Granulométrico (ASTM D-422).

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las normas internacionales vigentes a la fecha, ASTM y AASHTO.

El estudio de suelos fue ejecutado de acuerdo con principios y prácticas de ingeniería aceptados actualmente, siguiendo las indicaciones del Código de Cimentaciones de Costa Rica y los requisitos del Anexo #5, Sección II, del Punto 7 (contenido temático) del decreto #32712-MINAE en cuanto a la presentación del documento de Evaluación Ambiental D1.

IV. RESULTADOS GEOTECNICOS OBTENIDOS

IV.1 Perfil del Subsuelo†

- Perforación T1
 - Capa 1: 0,00 m a 0,50 m
 - Limo orgánico color café oscuro con vetas negras.
 - SUCS: OH
 - N_{SPT} : 25
 - Porcentaje de humedad, %w: 23,9
 - Consistencia: muy compacta
 - Capa 2: 0,50 m a 4,50 m
 - Limo elástico de alta compresibilidad color café oscuro vetas negras entre 0,50 m y 2,50 m de profundidad, después de los 2,50 m y hasta los 4,50 m presenta color café claro con vetas negras y amarillas.
 - SUCS: MH
 - N_{SPT} : 11-RM
 - Consistencia: de compacta a dura
 - Plasticidad: de media a alta (LL: 58-72 / IP: 15-33)
 - Porcentaje de humedad, %w: 31-57
 - Gravedad específica, Gs: 2,508
 - Peso volumétrico, γ (kg/m^3): 1723-1750,20
 - Módulo elástico no drenado, E (kg/cm^2): 37-38,57
 - Cohesión, Cu (kg/cm^2): 0,05-0,48
 - % pasando la malla 200: 91,90-92,90
- Perforación T2
 - Capa 1: 0,00 m a 0,50 m
 - Limo orgánico color café oscuro con vetas negras.
 - SUCS: OH
 - N_{SPT} : 8
 - Porcentaje de humedad, %w: 31,3
 - Consistencia: muy compacta
 - Capa 2: 0,50 m a 4,50 m
 - Arcilla de alta plasticidad color café claro vetas negras.
 - SUCS: CH
 - N_{SPT} : 14-RM
 - Consistencia: de compacta a dura
 - Plasticidad: alta (LL: 63 / IP: 32)

† En las hojas de perforación que se adjuntan en el anexo A "Perfil de Perforación" se indica las diferentes características físico-mecánicas de los suelos encontrados.

- Porcentaje de humedad, %w: 37,3-68
 - Gravedad específica, Gs: 2,562
 - Peso volumétrico, γ (kg/m³): 1637,20-1793,90
 - Módulo elástico no drenado, E (kg/cm²): 33,50-60,20
 - Cohesión, Cu (kg/cm²): 0,28-0,33
 - % pasando la malla 200: 91,60
- Perforación T3
 - Capa 1: 0,00 m a 0,50 m
 - Limo orgánico color café oscuro con vetas negras.
 - SUCS: OH
 - N_{SPT}: 6
 - Porcentaje de humedad, %w: 32,8
 - Consistencia: medianamente compacta
 - Capa 2: 0,50 m a 4,00 m
 - Limo elástico de alta compresibilidad color café oscuro, vetas negras y amarillas.
 - SUCS: MH
 - N_{SPT}: 12-RM
 - Consistencia: de compacta a dura
 - Plasticidad: de media a alta (LL: 57-71 / IP: 19-35)
 - Porcentaje de humedad, %w: 31-57
 - Peso volumétrico, γ (kg/m³): 1730,11-1783,11
 - Módulo elástico no drenado, E (kg/cm²): 37-38,57
 - Cohesión, Cu (kg/cm²): 0,05-0,48
 - % pasando la malla 200: 91,90-92,90

IV.2 Nivel Freático

Las condiciones freáticas de cada perforación se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Profundidad en la cual se encontró el nivel freático.

Sondeo	Profundidad Nivel Freático (m)
T-1	No se detectó
T-2	No se detectó
T-3	No se detectó

IV.3 Caracterización Geotécnica

A continuación se detallan los números de golpes, N_{spt} de las capas descritas en el perfil de suelo anterior, con el fin de que se pueda apreciar fácilmente la disposición de las mismas y su consistencia.

Cuadro 3. Disposición de las capas y número de golpes N_{spt} .

Nº	Profundidad (m)		Perforación		
			T-1	T-2	T-3
	De	Hasta	Nspt	Nspt	Nspt
1	0.00	0.50	25	8	6
2	0.50	1.00	20	14	12
3	1.00	1.50	11	19	25
4	1.50	2.00	24	17	14
5	2.00	2.50	19	26	22
6	2.50	3.00	15	20	20
7	3.00	3.50	22	24	27
8	3.50	4.00	28	27	RM
9	4.00	4.50	RM	RM	***

Simbología

	Capa orgánica. SUCS: OH
--	-------------------------

	Limo elástico de alta compresibilidad. SUCS: MH
--	---

	Arcillas de alta plasticidad. SUCS: CH
--	--

V. 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.

V.1 Capacidad de soporte admisible del subsuelo

Con base a las características geotécnicas del terreno, no se recomienda la utilización de cimentaciones convencionales tipo placa aislada o cimiento corrido debido al potencial de expansión de los materiales ubicados en el sitio de estudio.

De manera que se recomienda el uso de una losa flotante a nivel de cimentación.

Criterio de Diseño.

Debido a los bajos valores de resistencia al corte y por lo tanto, baja capacidad de soporte, como solución para la cimentación de esta obra se recomienda la combinación de una losa de fundación con geotextil tejido de alto módulo. Mactex W2 60:

–Losa de fundación estilo “*Mat Foundation*”:

Como opción de cimentación sería la construcción de una losa de cimentación, para la construcción de una losa se recomienda según el CCCR (Código de cimentaciones de Costa Rica) lo siguiente:

Preferiblemente y en especial en terrenos blandos y compresibles la geometría de la losa debe seleccionarse de forma tal que la excentricidad de las cargas sea nula. Esto se logra haciendo coincidir la posición de la resultante de las cargas con el centro geométrico de la losa. Bajo tal condición la distribución de presiones bajo la misma será uniforme.

Si no fuera posible diseñar la losa bajo la condición de excentricidad nula se deberá considerar la distribución trapezoidal o triangular de las presiones bajo la misma. Debe garantizarse un factor de seguridad adecuado contra la falla por cortante del suelo.

Si la excentricidad de la resultante de las cargas que actúa sobre la losa es permanente, debe efectuarse un estudio muy cuidadoso de los asentamientos, dado que pueden producirse asentamientos diferenciales entre los distintos puntos bajo la losa. Ello conlleva a giros de la losa y consecuentemente a un desplome de la obra.

$$Q_{ult} = 1,3 \cdot C_u \cdot N_c$$

Ecuación #1. Capacidad de soporte para una losa.

Donde:

Cu: Resistencia a la compresión inconfiada.

Nc: Factor de capacidad de carga.

Qult: Capacidad de carga última

La capacidad de soporte estimada es de **3,34 t/m²**, y será necesaria la utilización de un geocompuesto colocado por debajo del relleno, con el fin de que absorba gran parte de los asentamientos que se producirán. El geotextil recomendado es el geotextil tejido de alto módulo Mactex W2 60 o similar.

Se recomienda realizar 0,6 metros de relleno de sustitución con material granular compactado. En este caso deberá garantizarse un porcentaje de compactación mínimo del 95% según el ensayo de próctor modificado. La compactación del material granular deberá hacerse en capas no mayores de 30,0 cm después de compactadas con una humedad en obra próxima y algo inferior a la óptima del ensayo mencionado como referencia para el peso específico seco. Se recomienda verificar en la siguiente tabla el traslape para el geotextil según el CBR utilizado.

CBR del suelo	Traslape mínimo
Mayor a 3	300 - 450 mm
1 < CBR < 3	0,60 - 1,00 m
0,5 < CBR < 1	1,00 m o Costura
Menor de 0,5	Costura
Todos los extremos de rollos	1,00 o costura

V.2 Asentamientos

Un análisis de asentamientos requiere ensayos especiales. Sin embargo si se siguen las estipulaciones con respecto a capacidad de soporte y niveles de desplante del apartado anterior, se descartan asentamientos que puedan de alguna manera causar un daño estructural a las futuras edificaciones.

V.3 Coeficiente Sísmico

Para determinar el coeficiente sísmico a utilizar en el diseño de las estructuras por construir y de acuerdo al 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 se clasifican Tipo S3, por lo que se deberá utilizar para el factor espectral dinámico (FED) que se muestra en la Figura 3.

El valor de aceleración pico efectiva de diseño para un periodo de retorno de 500 años para la zona en estudio es $a_{ef} = 0,36$.

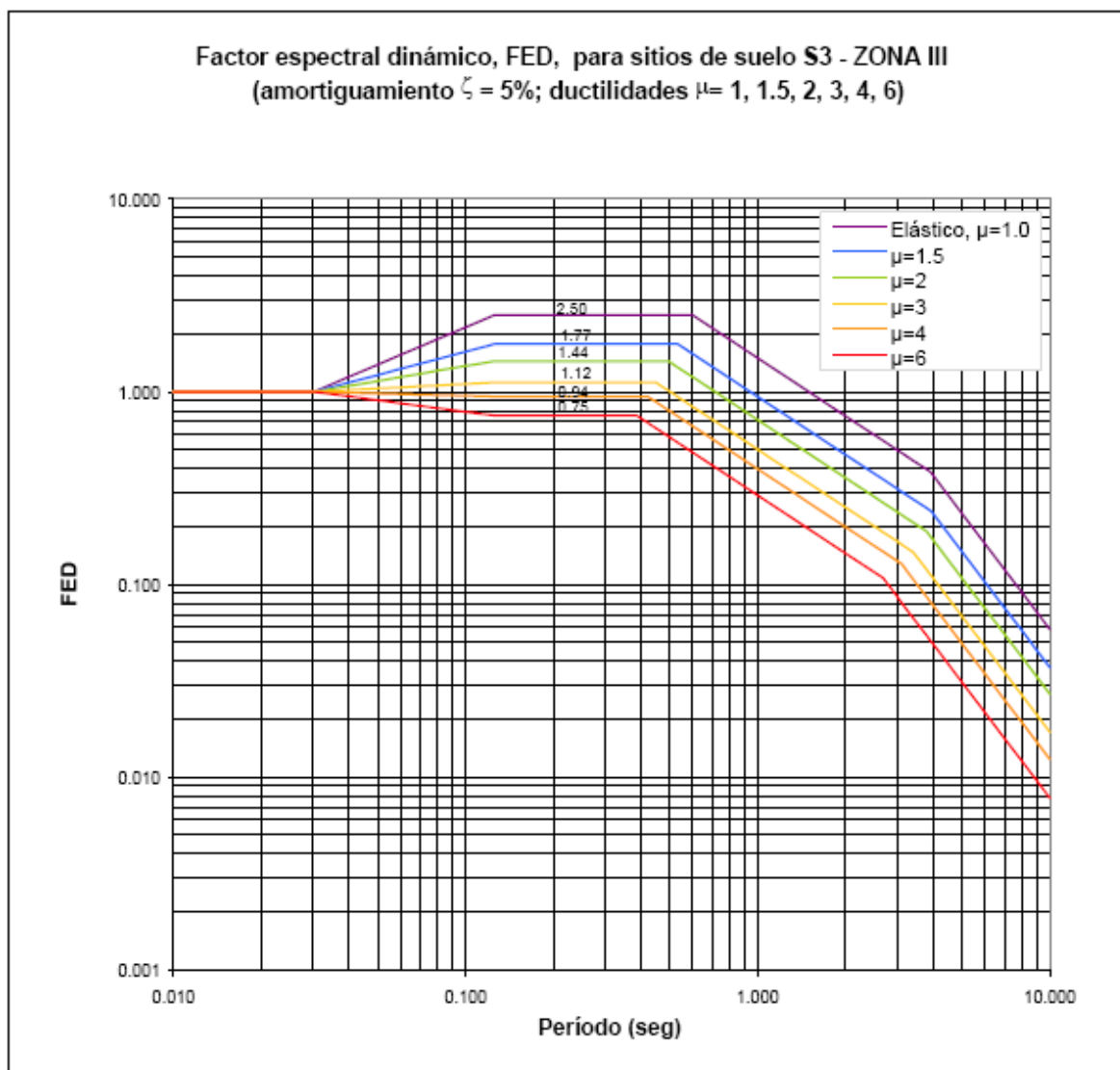


Figura 3. Factor espectral dinámico, FED para sitios Tipo S₃ en Zona III.

V.4 Licuación por Sismos

Para que suceda el fenómeno de licuación deben presentarse las siguientes condiciones simultáneamente:

- Arenas finas con granulometría específica.
- Que las arenas estén sumergidas bajo el nivel freático.
- Que los finos sean no plásticos.
- Que estén en condición suelta

Para el caso en particular se descarta que se presente dicho fenómeno debido a la presencia de suelos altamente cohesivos.

V.5 Estructuración de Pisos

Se recomienda colocar 0,30 metros de lastre compactado al 95 % del Proctor Modificado antes de colar el concreto de las losas de contrapiso.

Debe quedar claro que para la cimentación de estos deberá hacerse una limpieza del área, eliminando toda la materia vegetal que se encuentre en el sitio de construcción.

V.6 Recomendaciones para rellenos y empuje lateral

- Rellenos:

Si se requiere la utilización de rellenos, estos deberán ser de lastre compactado al 95% del Proctor modificado con un ángulo de fricción de 30 a 35 grados y un peso unitario de 1.8 a 2.2 ton/m³. $k_a = 0.33$, $k_p = 2.99$

Al momento de ser colocados deberá de llevarse un estricto control de compactación para lograr la humedad óptima que permita lograr el peso volumétrico máximo y la compactación deseada.

- Empuje Lateral:

El método propuesto por Rankine, apoyado en su Teoría de Presión de Tierra sobre muros de contención y basado en el equilibrio de fuerzas indica que:

$$\phi = 25^\circ$$

$$k_a = 0.41$$

$$k_p = 2.46$$

Para las estructuras de contención se recomienda colocar un relleno de lastre compactado con un espesor mínimo de 0.75 metros, entre el muro y el suelo natural, esto con el objetivo de disminuir los esfuerzos sobre la estructura de contención. Para dicho lastre se tiene que:

$$\phi = 30^\circ$$

$$k_a = 0.33$$

$$k_p = 2.99$$

V.7 Estudio de estabilidad de taludes

No es necesaria la realización de un estudio de estabilidad de taludes, ya que el terreno es plano y no hay potencial de deslizamientos en el sitio.

V.8 Pruebas de filtración

Se realizó una prueba en el sitio según el procedimiento que establece el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones en el artículo 7.117.

En el Cuadro 5 se presenta los resultados de la prueba de filtración.

Cuadro 5. Resultado de la prueba de filtración.

PRUEBA 1		
Tiempo (min)	Prof (cm)	Tasa min/cm
2	0,0	NA
4	3,0	1,33
6	6,0	1,00
8	11,0	0,73
10	15,0	0,67
15	18,0	0,83
20	20,0	1,00
25	22,0	1,14
30	25	1,20
Tasa Promedio		0,987
Velocidad de infiltración litros/m ² /día		115,75
Gasto litros/persona/día		50
Área de Infiltración/m ² /per		0,43
Perímetros de la zanja		1,05
Longitud de drenaje m/persona		0,41

La prueba de infiltración demuestran que las características de absorción son adecuadas para el uso de drenajes con tasas entre 0,67 min/cm a 1,33 min/cm, valores que están por debajo del límite de aceptabilidad de 24 min/cm.

El nivel freático no se detectó durante esta época del año. En consultas con la comunidad y dadas las pocas precipitaciones durante este año, es de esperar que el nivel freático pueda subir en algún momento del año, o en condiciones climáticas de mayor precipitación por lo que las variaciones en el régimen climatológico podrían variar radicalmente las condiciones de infiltración del terreno.

Considerando entonces que:

- La capacidad de infiltración del terreno está dentro de los parámetros de aceptabilidad.
- El nivel freático no se ubicó en la profundidad perforada.

Se recomienda utilizar un sistema de drenajes convencionales, tipo zanjas de absorción.

El análisis de escritorio se realizó para zanjas de absorción cuyo perímetro efectivo es de 1.05 m, donde la profundidad de grava bajo el tubo debe ser de 0.60 metros y el ancho de la zanja debe ser de 0.50 metros.

Se toma como dotación, para estos cálculos, 50 litros/día/persona (según dotación para escuela con alumnado externo por tratarse de una Red de Cuido) y una cantidad de 30 personas de ocupación plena.

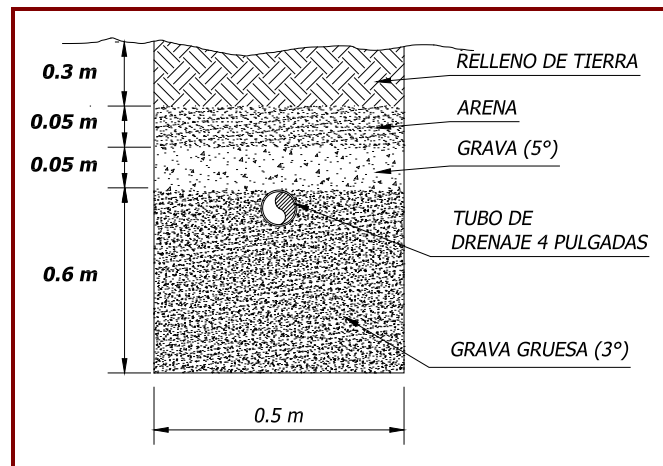


Figura 4. Detalle de drenajes, sección transversal.

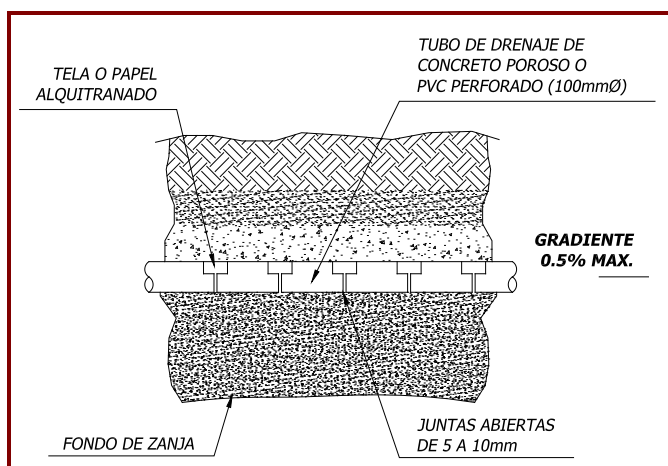


Figura 5. Detalle de drenajes, sección longitudinal.

Geometría del Campo de infiltración

- Determinación de la geometría del campo según la tasa de absorción

Ancho de zanja	0,50 m
Profundidad de grava bajo el tubo infiltrante	0,60 m
Perímetro de infiltración	1,05 m
Longitud total de zanjas	12,36 m
Separación entre Zanjas	2,0m

Cuadro 6. Diseño de drenajes para zanjas de absorción.

DISEÑO DE DRENAJES PARA ZANJAS DE ABSORCION

DATOS

Numero de personas por lote (N)	30,00	pers	Supuesto
Gasto de agua por persona (G)	50,00	lts/pers	Dotación para una escuela con alumnado externo
Gasto de aguas servidas por día (Q)	1.500,00	lts/día	N * G
Factor de precipitación (Fp)	2,50		
Area de lote mínimo		m2	
Area de construcción		m2	

CALCULO

Area disponible para drenaje	-	m2	
Tasa de infiltracion (T)**	0,987	min/cm	Prueba realizada en campo
Velocidad de infiltracion (Vf)	115,75	lts/m2/día	Vf = 115,00 / V T
Area de infiltracion (Af)	12,96	m2	Af = Q / Vf
Area verde necesaria sin recubrimiento (Ac)	32,40	m2	Ac = Af * Fp

GEOMETRIA DE CAMPO

Ancho de zanja (w)	50,00	cms	
Profundidad de zanja (h)	60,00	cms	
Perímetro efectivo (Pe) ++	1,05	mts	++ Pe = 0.77*(w + 56 + 2 h) / (w + 116)
Longitud total de zanja	12,36	mts	Af/Pe
Separacion entre zanjas	2,00	mts	1,5+ w

VI. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Considerando que el área del proyecto está representada por tres perforaciones, existe la posibilidad que las condiciones encontradas varíen en otros sitios por lo que se recomienda, que durante el proceso de construcción un técnico en mecánica de suelos verifique que se está cimentando sobre los estratos propuestos en este informe.

Cualquier situación no contemplada en este informe y que se presente en la etapa constructiva se nos deberá consultar al respecto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Costarricense de Geotecnia. *“Código de Cimentaciones de Costa Rica”*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2009.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *“Código Sísmico de Costa Rica”*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2010.
- Jiménez Salas, José. *“Geotecnia y Cimientos II, Mecánica del Suelo y de las Rocas”*. Editorial Rueda, Madrid, España, 1981.
- Bowles, Joseph. *“Foundation Analysis and Design”*. McGraw Hill, Inc, United States of America.

ANEXO A: PERFIL DE PERFORACIÓN

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto _____
Ubicación Tirrases, Curridabat
Perforación T-1
Perforador Erick Prendas

Muestra IM14-408
Fecha sep-14
Profundidad 4,50 m
Nivel Freático No se detectó
Hoja 1 de 1

Resumen de Perforación				Clasificación y descripción del material																	
Nº	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / RQD %	Simbología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	Y	Gs	E	%S	Cu	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS		
	De	Hasta																			
1	0.00	0.50	25	23.9		Capa orgánica. Color café oscuro con vetas negras	Muy Compacta													OH	
2	0.50	1.00	20	30.8		Limo elástico de alta compresibilidad café oscuro con vetas negras entre 0,50 y 2,50 m de profundidad, después de los 2,50 y hasta los 4,50 presenta color café claro con vetas negras y amarillas.	De compacta a dura														
3	1.00	1.50	11	44.6							1723.00	2.508	37.00		0.05						
4	1.50	2.00	24	51.3						91.90	0.0					72.0	38.7	33	Alta	MH	
5	2.00	2.50	19	45.1																	
6	2.50	3.00	15	56.5								1750.20		38.57		0.48					
7	3.00	3.50	22	56.9													58.0	42.7	15	Media	MH
8	3.50	4.00	28	56.3																	
9	4.00	4.50	RM	40.9																	
10	4.50	5.00																			
11	5.00	5.50																			
12	5.50	6.00																			
13	6.00	6.50																			
14	6.50	7.00																			
15	7.00	7.50																			
16	7.50	8.00																			
17	8.00	8.70																			
18	8.70	9.00																			
19	9.00	9.50																			
20	9.50	10.00																			
21	10.00	10.50																			
22	10.50	11.00																			
23	11.00	11.50																			
24	11.50	12.00																			
25	12.00	12.50																			
26	12.50	13.00																			
27	13.00	13.50																			
28	13.50	14.00																			
29	14.00	14.50																			
30	14.50	15.00																			
31	15.00	15.50																			
32	15.50	16.00																			
33	16.00	16.50																			
34	16.50	17.00																			
35	17.00	17.50																			
36	17.50	18.00																			
37	18.00	18.50																			
38	18.50	19.00																			
39	19.00	19.50																			
40	19.50	20.00																			

Simbología
 SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
 Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
 Rot: Perforación por Rotación
 RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
 Y: Peso volumétrico (kg/m³)
 Gs: Gravedad específica
 E: Módulo Elástico No Drenado (kg/cm²)
 % S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (kg/cm²)
 LL: Límite líquido
 LP: Límite plástico
 IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
 % Rec.: Porcentaje de recuperación

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto _____
Ubicación Tirrases, Curridabat
Perforación T-2
Perforador Erick Prendas

Muestra IM14-408
Fecha sep-14
Profundidad 4,50 m
Nivel Freático No se detectó
Hoja 1 de 1

Resumen de Perforación					Clasificación y descripción del material																
Nº	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / RQD %	Simbología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	Y	Gs	E	%S	Cu	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS		
	De	Hasta																			
1	0.00	0.50	8	31.3		Capa organica. Color café oscuro con vetas negras	med. Compacta													OH	
2	0.50	1.00	14	37.3		Arcilla de alta plasticidad color café claro con vetas negras y amarillas.	De compacta a dura	91.60	0					63.0	30.7	32	Alta	CH			
3	1.00	1.50	19	49.2							1793.90		33.50		0.28						
4	1.50	2.00	17	48.5																	
5	2.00	2.50	26	53.0																	
6	2.50	3.00	20	52.8																	
7	3.00	3.50	24	57.9																	
8	3.50	4.00	27	55.4																	
9	4.00	4.50	RM	68.0																	
10	4.50	5.00																			
11	5.00	5.50																			
12	5.50	6.00																			
13	6.00	6.50																			
14	6.50	7.00																			
15	7.00	7.50																			
16	7.50	8.00																			
17	8.00	8.70																			
18	8.70	9.00																			
19	9.00	9.50																			
20	9.50	10.00																			
21	10.00	10.50																			
22	10.50	11.00																			
23	11.00	11.50																			
24	11.50	12.00																			
25	12.00	12.50																			
26	12.50	13.00																			
27	13.00	13.50																			
28	13.50	14.00																			
29	14.00	14.50																			
30	14.50	15.00																			
31	15.00	15.50																			
32	15.50	16.00																			
33	16.00	16.50																			
34	16.50	17.00																			
35	17.00	17.50																			
36	17.50	18.00																			
37	18.00	18.50																			
38	18.50	19.00																			
39	19.00	19.50																			
40	19.50	20.00																			

Simbología
 SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
 Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
 Rot: Perforación por Rotación
 RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
 Y: Peso volumétrico (kg/m³)
 Gs: Gravedad específica
 E: Módulo Elástico No Drenado (kg/cm²)
 % S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (kg/cm²)
 LL: Límite líquido
 LP: Límite plástico
 IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
 % Rec.: Porcentaje de recuperación

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto _____
Ubicación Tirrases, Curridabat
Perforación T-3
Perforador Erick Prendas

Muestra IM14-408
Fecha sep-14
Profundidad 4,00 m
Nivel Freático No se detectó
Hoja 1 de 1

Resumen de Perforación				Clasificación y descripción del material																	
Nº	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / RQD %	Simbología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	Y	Gs	E	%S	Cu	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS		
	De	Hasta																			
1	0.00	0.50	6	32.8		Capa organica. Color café oscuro con vetas negras	Med. Compacto	73.00	0						71.0	35.9	35	Alta	OH		
2	0.50	1.00	12	50.4		Limo elastico de alta compresibilidad color café claro con vetas negras y amarillas.	De compacto a duro			1783.11		42.33		0.40							
3	1.00	1.50	25	55.6																	
4	1.50	2.00	14	58.8																	
5	2.00	2.50	22	55.4																	
6	2.50	3.00	20	55.1																	
7	3.00	3.50	27	57.2								1730.58		36.54		0.30					
8	3.50	4.00	RM	43.8						93.60	0.0						57.0	38.0	19	Alta	MH
9	4.00	4.50																			
10	4.50	5.00																			
11	5.00	5.50																			
12	5.50	6.00																			
13	6.00	6.50																			
14	6.50	7.00																			
15	7.00	7.50																			
16	7.50	8.00																			
17	8.00	8.70																			
18	8.70	9.00																			
19	9.00	9.50																			
20	9.50	10.00																			
21	10.00	10.50																			
22	10.50	11.00																			
23	11.00	11.50																			
24	11.50	12.00																			
25	12.00	12.50																			
26	12.50	13.00																			
27	13.00	13.50																			
28	13.50	14.00																			
29	14.00	14.50																			
30	14.50	15.00																			
31	15.00	15.50																			
32	15.50	16.00																			
33	16.00	16.50																			
34	16.50	17.00																			
35	17.00	17.50																			
36	17.50	18.00																			
37	18.00	18.50																			
38	18.50	19.00																			
39	19.00	19.50																			
40	19.50	20.00																			

Simbología
 SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
 Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
 Rot: Perforación por Rotación
 RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
 Y: Peso volumétrico (kg/m³)
 Gs: Gravedad específica
 E: Módulo Elástico No Drenado (kg/cm²)
 % S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (kg/cm²)
 LL: Limite líquido
 LP: Limite plástico
 IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
 % Rec.: Porcentaje de recuperación

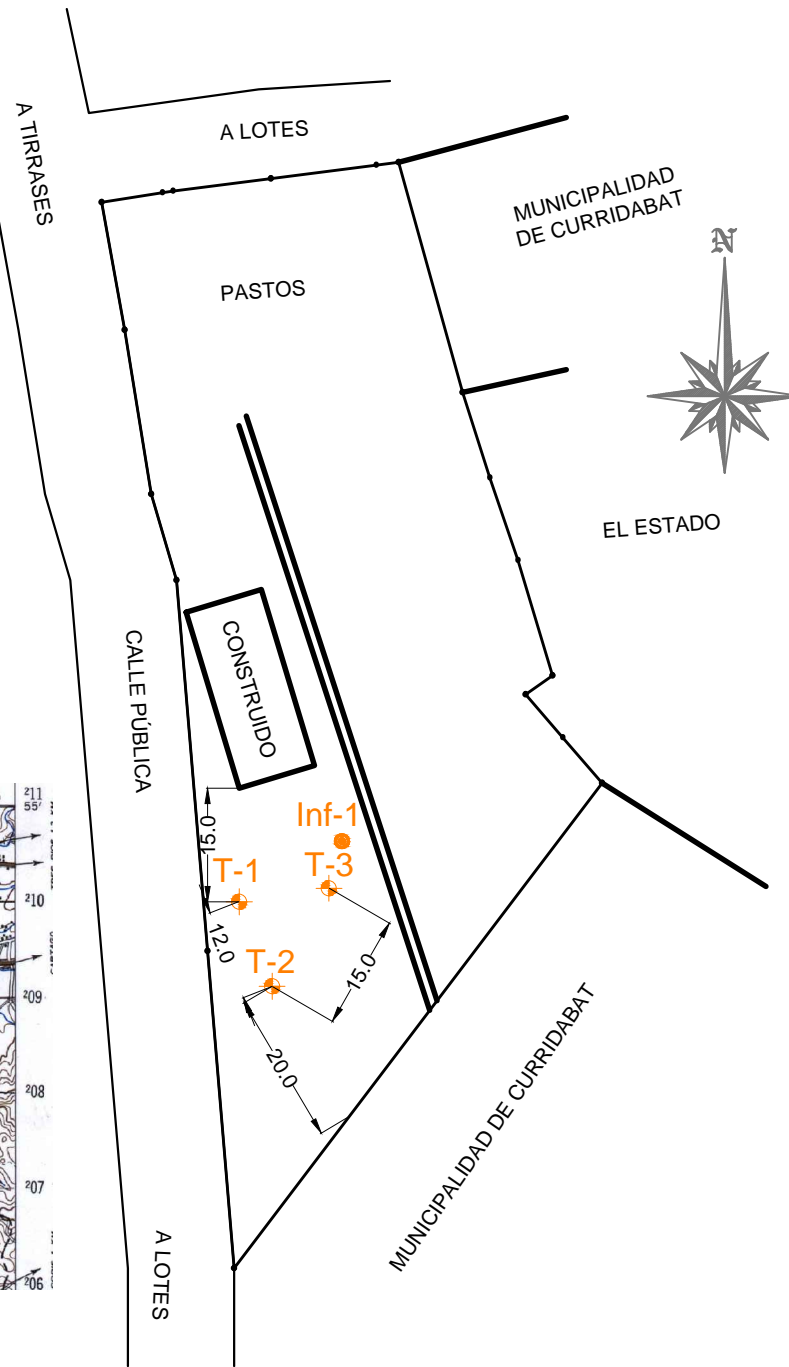
ANEXO B: LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS



HOJA CARTOGRÁFICA ABRA
ESCALA 1 : 50 000

LOCALIZACIÓN DE LAS PERFORACIONES

ESCALA 1: 1 000



ESTUDIOS REALIZADOS POR:

IMNSA

Ingenieros Consultores S.A.
Tel: 2234-1587 Fax: 2225-9551 San Pedro Montes de Oca.



DIBUJO: F.M.C.

PROVINCIA CANTON DISTRITO

01 SAN JOSÉ 18 CURRIDABAT 04 TIRASES

PROYECTO:
RED DE CUIDO, TIRASES

CONTENIDO:
UBICACION DE LAS
PERFORACIONES

SIMBOLOGÍA:
 PERFORACIÓN
 PRUEBA DE INFILTRACIÓN

ESCALA: FECHA: LAMINA:

INDICADA SETIEMBRE 2014 1/1

ANEXO C: PLANO CATASTRADO