

## **Estudio de Mecánica de Suelos**

---

### **Proyecto EBAIS de Venecia**

---

**Elaborado por:**

**Ing. Roy Bogantes G. M.Sc**  
**IC- 9632**

**Marzo 2008**

San Pablo, Heredia, 1ero de abril del 2008

Sra.  
Rebeca Solís  
CCSS.

Estimada Sra:

Hemos procedido a estudiar un terreno ubicado en Venecia, San Carlos, Alajuela, desde el punto de vista de mecánica de suelos para evaluar su aptitud para la construcción de una residencia.

Los detalles y memoria de cálculo se encuentran en el informe adjunto, los principales resultados son los siguientes:

- Hasta la máxima profundidad explorada (4.15 m), el terreno está conformado por limos arcillosos (MH) y arcillas limosas (CH) color café, de consistencia blanda a muy rígida (NSPT entre 20 y 30)
- La capacidad de soporte admisible mínima es de 6 ton/m<sup>2</sup> para un nivel de desplante de 1.5m.
- Se recomienda utilizar un relleno de sustitución de tobacemento de 0.9m de espesor y cimientos colocados sobre este relleno, ver indicaciones en informe.
- El terreno es apto para el tratamiento de aguas negras por absorción.

Quedo a su entera disposición para cualquier aclaración requerida.

Atentamente:



Ing. Roy Bogantes González, M.Sc.  
IC-9632

## Índice

1. Exploración realizada.....	4
2. Caracterización y propiedades índices del suelo.....	4
3. Capacidad de soporte del suelo.....	5
4. Sistema de cimentación recomendado.....	6
5. Análisis de asentamientos.....	6
6. Aptitud del terreno para tanques sépticos.....	6
7. Efectos de amplificación dinámica y perfil de sitio para diseño estructural .....	8
7. Referencias Bibliográficas .....	9
Anexos .....	10

## Estudio de suelos para construcción de un EBAIS en Venecia de San Carlos

### 1. Exploración realizada:

Se utilizó el método de perforación "*Estándar Penetration Test (SPT)*", el cual hincó en el suelo estudiado un muestreador partido mediante la caída libre de una masa de 64 kg desde 76 cm de altura.

Se realizaron 4 sondeos en los diferentes sitios de interés cuya ubicación se muestra en el **ANEXO A**, para caracterizar los diferentes estratos que pudieran presentarse. La profundidad máxima de los sondeos fue de 4.15 m.

Los registros de los sondeos se muestran en el **ANEXO B**.

### 2. Caracterización y propiedades índices del suelo:

La consistencia y la resistencia del suelo pueden entonces estimarse de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Estimación de la resistencia del suelo de acuerdo con el NSPT.  
(Braja, 1995 y Whitlow, 1994).

NSPT	Consistencia	Qu (inconfiada) (ton/m <sup>2</sup> )
0-2	Muy Blanda	0 a 2.5
2-5.	Blanda	2.5 a 5
5-10.	Medianamente rígida	5 a 10
10-20.	Rígida	10 a 20
20-30.	Muy rígida	20 a 40
30 o más	Dura	mas de 40.

El perfil del subsuelo puede generalizarse como sigue:

Perfil de sitio generalizado:

0.0 – 1.00 m      Limo arcilloso orgánico (MH) de consistencia blanda a medianamente rígida

1.00 – 4.15m      Limo arcilloso (MH) o arcilla limosa (CH) color café de consistencia rígida. (NSPT entre 10 y 20)

Las condiciones indicadas anteriormente son generalizaciones, y los resultados puntuales de perforaciones pueden variar. Se recomienda diseñar para el peor caso encontrado.

### 3. Capacidad de soporte del suelo:

Para estimar la capacidad de carga del suelo se utilizó la teoría de Terzaghi para suelos cohesivos, por la predominancia de los limos arenosos presentes hasta la profundidad explorada. Según esta teoría, la capacidad de carga última de un suelo cohesivo está dada por (Código de Cimentaciones de Costa Rica, 2001):

$$q_u = cN_c$$

Se considera capacidad de carga neta porque se supone que el cimiento quedará enterrado, por lo cual en la estimación de cargas debe considerarse el peso del suelo sobre el cimiento.

De esta forma, en la Tabla 2, se muestran las capacidades de carga para las diferentes profundidades exploradas, para cada sondeo. Las capacidades de carga admisible mostradas se consideran con un factor de seguridad de 3.

Tabla 2. Capacidad de soporte admisible del suelo estimada en cada punto de perforación.

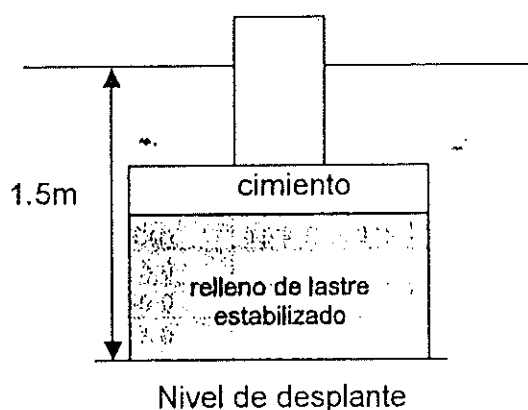
TRAMO (m)	Q ultima (ton/m2) PERFORACIONES				Q admisible (ton/m2) PERFORACIONES			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.6	5.6	5.6	9.3	9.3	1.9	1.9	3.1	3.1
1.0	9.3	9.3	19.6	19.6	3.1	3.1	6.5	6.5
1.5	7.5	16.8	16.8	22.4	2.5	5.6	5.6	7.5
1.9	28.0	16.8	28.0	19.6	9.3	5.6	9.3	6.5
2.4	22.4	28.0	50.4	19.6	7.5	9.3	16.8	6.5
2.8	39.2	33.6	75.6	30.8	13.1	11.2	25.2	10.3
3.3	53.2	33.6	72.8	56.0	17.7	11.2	24.3	18.7
3.7	47.6	47.6	50.4	61.6	15.9	15.9	16.8	20.5
4.2	78.4	75.6	84.0	84.0	26.1	25.2	28.0	28.0

#### 4. Sistema de cimentación recomendado:

Se recomienda cimentar a 1.5 m de profundidad con una capacidad de soporte admisible de  $6 \text{ ton/m}^2$ .

El nivel de desplante puede ser alcanzado mediante la colocación de un relleno de sustitución de toba cemento de 0.9m de espesor, según se observa en la Figura 1.

Figura 1. Relleno de sustitución de tobacemento



#### 5. Análisis de asentamientos.

Dada la consistencia del estrato de soporte recomendado y del suelo del sitio en general, y respetando las cargas admisibles recomendadas, no son de esperar asentamientos importantes en las estructuras proyectadas.

#### 6. Aptitud del terreno para tanques sépticos

Se realizaron 4 pruebas de infiltración que se muestran en la Tabla 3, según la metodología especificada en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.

Tabla 3. Prueba de Infiltración realizada.

PRUEBA:		1	
TIEMPO	ALTURA CM	TASA	TASA
(MIN)	(CM)	INFILTRACIÓN	SELECCIONADA
0	16.0		1.36
30	43.0	1.11	
60	18.0		
90	40.0	1.36	

PRUEBA:		2	
TIEMPO (MIN)	ALTURA CM (CM)	TASA INFILTRACIÓN	TASA SELECCIONADA
0	16.0		1.36
30	38.0	1.36	
60	13.0		
90	35.0	1.36	

PRUEBA:		3	
TIEMPO (MIN)	ALTURA CM (CM)	TASA INFILTRACIÓN	TASA SELECCIONADA
0	16.0		1.30
30	24.0	3.75	
60	47.0	1.30	

PRUEBA:		4	
TIEMPO (MIN)	ALTURA CM (CM)	TASA INFILTRACIÓN	TASA SELECCIONADA
0	15.0		0.91
30	49.0	0.88	
60	16.0		
90	49.0	0.91	

PROM: 1.2

Se recomienda utilizar una tasa de infiltración de 2 min/cm.

Las instalaciones a construir son de tipo hospitalario y de oficinas públicas, por lo tanto debe realizarse un diseño específico del sistema de absorción de aguas negras.

Este diseño está fuera de los alcances de un estudio de suelos básico como el realizado.

## 7. Efectos de amplificación dinámica y tipo de perfil de suelo para diseño sísmico de estructuras.

En la sección 2.2 el CSCR 2002 indica lo siguiente:

*"a. Para considerar el efecto de las condiciones locales del suelo en la demanda sísmica y en ausencia de estudios más refinados de amplificación dinámica, se establece la siguiente clasificación de los sitios de cimentación:*

- Sitio tipo S1

*Es un perfil de suelo con alguna de las siguientes características:*

*Un material semejante a la roca, caracterizado por una velocidad de onda cortante superior a 760m/s o por otros medios de clasificación  
Condiciones de suelo rígido o denso, donde la profundidad del suelo es menor de 50m*

- Sitio tipo S2

*Un perfil de suelo con condiciones predominantemente de medianamente denso a denso o de medianamente rígido a rígido, cuya profundidad excede los 50m*

- Sitio tipo S3:

*Un perfil de suelo con mas de 6m de arcilla de consistencia suave a medianamente rígida o de suelos no cohesivos de poca o media densidad. No incluye perfiles de más de 12m de arcilla suave*

- Sitio tipo S4:

*Un perfil de suelo caracterizado por una velocidad de onda cortante menor de 150 m/s o de 12m de arcilla suave.*

*b. El tipo de sitio de cimentación es establecido a partir de datos geotécnicos debidamente sustentados. Cuando las propiedades del sitio no se conozcan con suficiente detalle se supone un sitio de cimentación Tipo S3, salvo que el ingeniero responsable del diseño considere que el tipo S4 pueda corresponder al sitio en consideración."*

En el caso estudiado, y dada la consistencia de los suelos encontrados de profundidad, se recomienda utilizar un perfil de **tipo S2** para el diseño estructural.



## **8. Bibliografía consultada:**

Braja M, Das. Principles of Foundation Engineering. PWS Publishing Company, Boston, 1995.

Kramer, Steven. "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, 1996

Whitlow, Roy. "Fundamentos de mecánica de suelos". Longman Group, UK Limited, Londres, 1994.

## ANEXO A

### RESUMEN SONDEOS SPT

# SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)



Lugar : Venecia  
 Realizado por: GEOAM  
 Fecha : 19-Mar-08  
 Sondeo : P1

Prof (m)		N (SPT)	Estratigrafia	NF	qu	γw	% Pas	w	LL	IP	IL	SUCS	N (SPT)				NSPT prom
													5	10	15	20	
0	0.55	3	Limo organico color café oscuro					44									
0.55	1.00	5						28									
1.00	1.45	4	Limo color café oscuro				119	48	72	32	0.24	MH					4
1.45	1.90	10						48									
1.90	2.35	8						49									10
2.35	2.80	14						54									8
2.8	3.25	19						56									17
3.25	3.70	17						54									
3.7	4.15	28						55									28

NF = nivel freático  
 qu = compresión inconfiada (kg/cm2)  
 w = % de humedad  
 γw = peso unitario húmedo (ton/m3)  
 IL = índice de liquidez  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

# SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)



Lugar : Venecia  
 Realizado por: GEOAM  
 Fecha : 19-Mar-08  
 Sondeo : P2

Prof (m)		N (SPT)	Estratigrafia	NF	qu	γw	% Pas	w	LL	IP	IL	SUCS	N (SPT)					NSPT prom			
0	0.55	3	Limo organico color café oscuro					53					5		10	15	20	4			
0.55	1.00	5						48											6		
1.00	1.45	6		Arena limosa color café			94	48	NP	NP			ML							13	
1.45	1.90	6							43												
1.90	2.35	10	Limo color café oscuro				66	55	78	42	0.45	CH						27			
2.35	2.80	12						51											27		
2.8	3.25	12						54												27	
3.25	3.70	17						56													27
3.7	4.15	27						57													

NF = nivel freático  
 qu= compresión inconfiada (kg/cm2)  
 w= % de humedad  
 yw = peso unitario húmedo (ton/m3)  
 IL = índice de liquidez  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

# SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)



Lugar: Venecia  
 Realizado por: GEOAM  
 Fecha: 19-Mar-08  
 Sondeo: P3

Prof (m)		N (SPT)	Estratigrafia	NF	qu	$\gamma_w$	% Pas	w	LL	IP	IL	SUCS	N (SPT)					NSPT
													5	10	15	20		prom
0	0.55	5	Limo organico color café oscuro					47										6
0.55	1.00	7						53										
1.00	1.45	6						54										
1.45	1.90	10						51										
1.90	2.35	18	Limo color café oscuro					50										14
2.35	2.80	27						56										
2.8	3.25	26						77	56	79	37	0.38	MH			27		
3.25	3.70	18						56								26		
3.7	4.15	30						56								30		

NF = nivel freático  
 qu= compresión inconfínada (kg/cm2)  
 w= % de humedad  
 $\gamma_w$  = peso unitario húmedo (ton/m3)  
 IL = índice de liquidez  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

# SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

Lugar : Venecia  
 Realizado por: GEOAM  
 Fecha : 19-Mar-08  
 Sondeo : P4



Prof (m)		N (SPT)	Estratigrafia	NF	qu	γw	% Pas	w	LL	IP	IL	SUCS	N (SPT)				NSPT prom
													5	10	15	20	
0	0.55	5	Limo organico color café oscuro					56									5
0.55	1.00	7						57									
1.00	1.45	8						50									
1.45	1.90	7						48									
1.90	2.35	7	Limo color café oscuro					56									8
2.35	2.80	11						58									
2.8	3.25	20						58									
3.25	3.70	22						57									
3.7	4.15	30					55	56	83	48	0.44	CH				22	24
																30	

NF = nivel freático  
 qu = compresión inconfiada (kg/cm2)  
 w = % de humedad  
 γw = peso unitario húmedo (ton/m3)  
 IL = índice de liquidez  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

## ANEXO B

### UBICACIÓN SONDEOS

