

17 de Diciembre, 2013

Señores
Universidad Nacional
Proyecto Construcción de edificio de dos niveles y obras deportivas
UNIVERSIDAD NACIONAL
Oficina

Asunto: Estudio de suelos

Informe número: 13-OTS-0248-2002

Estimados señores:

Sírvanse encontrar a continuación los resultados del estudio de suelos solicitado para el proyecto **Construcción de edificio dos niveles y obras deportivas**, en el campus de la sede de la Universidad Nacional que se encuentra ubicada en Liberia, Guanacaste.

Cualquier aclaración o ampliación que se requiera del estudio estamos a la orden.

El abajo firmante se hace responsable de los términos técnicos expresados en el presente Estudio de suelos, en el terreno indicado en el diagrama.

Atentamente

VIETO & ASOCIADOS S.A. CC-00211

Ing. Miguel A. Rojas Salas MCE
Gerente General IC-5352
Consultor Ambiental No. CI-030-2006-SETENA

MVJ/Hhs
cc. Archivo

1. TABLA DE CONTENIDO

	Página	
2.1	Resumen de perforaciones	3
3	Introducción	4
3.1	Datos sobre el terreno estudiado	4
3.2	Coordinación profesional	6
3.3	Objetivo del estudio	6
3.4	Metodología aplicada	6
3.5	Ensayos	6
4	Trabajo realizado	7
4.1	Sondeos	7
4.2	Diagrama de localización de las perforaciones	7
4.3	Condiciones del terreno	8
4.4	Correlación e interacción con datos de geología de la zona	9
5	Resultados geotécnicos obtenidos	10
5.1	Descripción de los estratos y clasificación de los suelos	10
5.2	Resumen de hojas de perforación y fotos	13
6	Evaluación de resultados y conclusiones	26
6.1	Capacidad soportante por perforación	26
7	Recomendaciones	27
7.1	Recomendaciones generales	27
7.2	Recomendaciones para pisos	27
7.3	Tipo de suelo para diseño estructural	27
7.4	Recomendaciones para muros de retención	27
8	Discusión de los grados de incertidumbre	28
9	Referencias Bibliográficas	28

2. RESUMEN DE RESULTADOS

2.1 Resumen de perforaciones

Perforación P-1:

∅	Profundidad total de perforación:	8.4 m	
∅	Profundidad de nivel freático:	5.4 m.	
∅	Coordenadas nacionales:	288.846. Y	377.507. X

Perforación P-2:

∅	Profundidad total de perforación:	8.4 m	
∅	Profundidad de nivel freático:	5.4 m.	
∅	Coordenadas nacionales:	288.810. Y	377.007. X

Perforación P-3:

∅	Profundidad total de perforación:	6 m	
∅	Profundidad de nivel freático:	4.8 m.	
∅	Coordenadas nacionales:	288.804. Y	377.482. X

Perforación P-4:

∅	Profundidad total de perforación:	8.4 m	
∅	Profundidad de nivel freático:	5.4 m.	
∅	Coordenadas nacionales:	288.827. Y	377.519. X

Perforación P-5:

∅	Profundidad total de perforación:	6 m	
∅	Profundidad de nivel freático:	4.8 m.	
∅	Coordenadas nacionales:	288.783. Y	377.488. X

3. INTRODUCCIÓN

3.1 Datos sobre el terreno estudiado

El terreno estudiado es parte del campus de la sede de la Universidad Nacional, la cual se encuentra ubicada en Liberia, Guanacaste.

Según la información suministrada, en la zona estudiada se proyecta la construcción de un edificio de dos niveles con elementos estructurales de concreto armado y paredes de bloques de concreto. Además, se realizará la construcción de una cancha polideportiva y de un módulo de vestidores.



Figura. Vista satelital de Google Earth.
Fuente: Solicitante del estudio

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

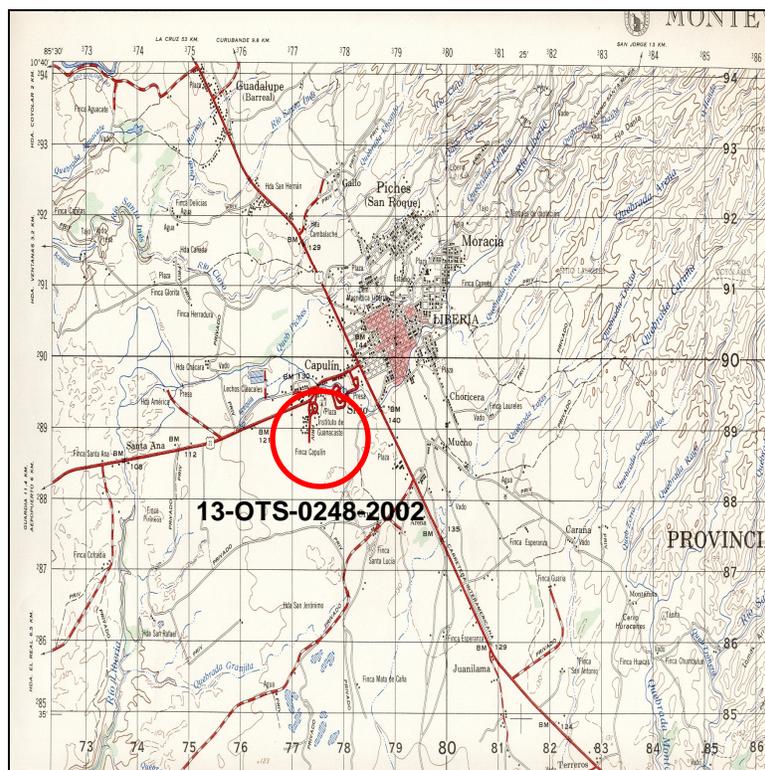


Figura. Mapa geográfico de la zona
Fuente: Instituto Geográfico Nacional

3.2 Coordinación profesional

Se realizó el siguiente estudio de suelos coordinado por el Ing. Mario Villegas Jiménez, IC-20699.

3.3 Objetivo del estudio

Estudiar las características físicas y mecánicas del terreno para estimar las capacidades soportantes, en la zona de estudio, para el diseño de las fundaciones del proyecto.

3.4 Metodología aplicada

La metodología empleada se conoce con el nombre de Prueba de Perforación Estándar SPT (*Standard Penetration Test*) cuya práctica se encuentra normada por ASTM (*American Society of Testing Materials*) bajo el número ASTM D 1586* (INS-L-062).

Esta práctica es universalmente aceptada para la exploración de suelos con el fin de estimar y correlacionar características mecánicas y capacidades soportantes del terreno.

3.5 Ensayos

Las muestras extraídas en el campo fueron transportadas al laboratorio de Vieto & Asociados S.A. y analizadas para determinar características físicas y mecánicas de los diferentes estratos, tales como resistencia a la compresión confinada, humedad natural, límites de consistencia, distribución de tamaños de partículas y clasificación por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Con base en la información obtenida se elaboró los perfiles de la estratigrafía del suelo en cada zona de estudio los cuales se muestran en las hojas de resumen de la perforación.

Seguidamente se indican los ensayos realizados:

Compresión confinada*:	ASTM D 2166	INS-L-059
Humedad natural*:	ASTM D 2216	INS-L-030
Límites Atterberg*:	ASTM D 4318	INS-L-043
Análisis granulométrico*:	ASTM C 117 / C 136	INS-L-024 / INS-L-022
Peso unitario**:	ASTM C 29M-97	INS-L-075
Gravedad específica*:	ASTM D 854-02	INS-L-080
Clasificación de suelos*:	ASTM D 2487	

* Ensayo acreditado

** Ensayo no acreditado

4. TRABAJO REALIZADO

4.1 Sondeos

Se realizaron cinco perforaciones a percusión utilizando muestreador estándar, con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo existente en el sitio de las investigaciones, las cuales fueron ubicadas en campo por el Ing. Francisco Miranda.

Las muestras inalteradas extraídas en el campo fueron transportadas adecuadamente al laboratorio de Vieta & Asociados S.A. para su análisis.

4.2 Diagrama de localización de las perforaciones

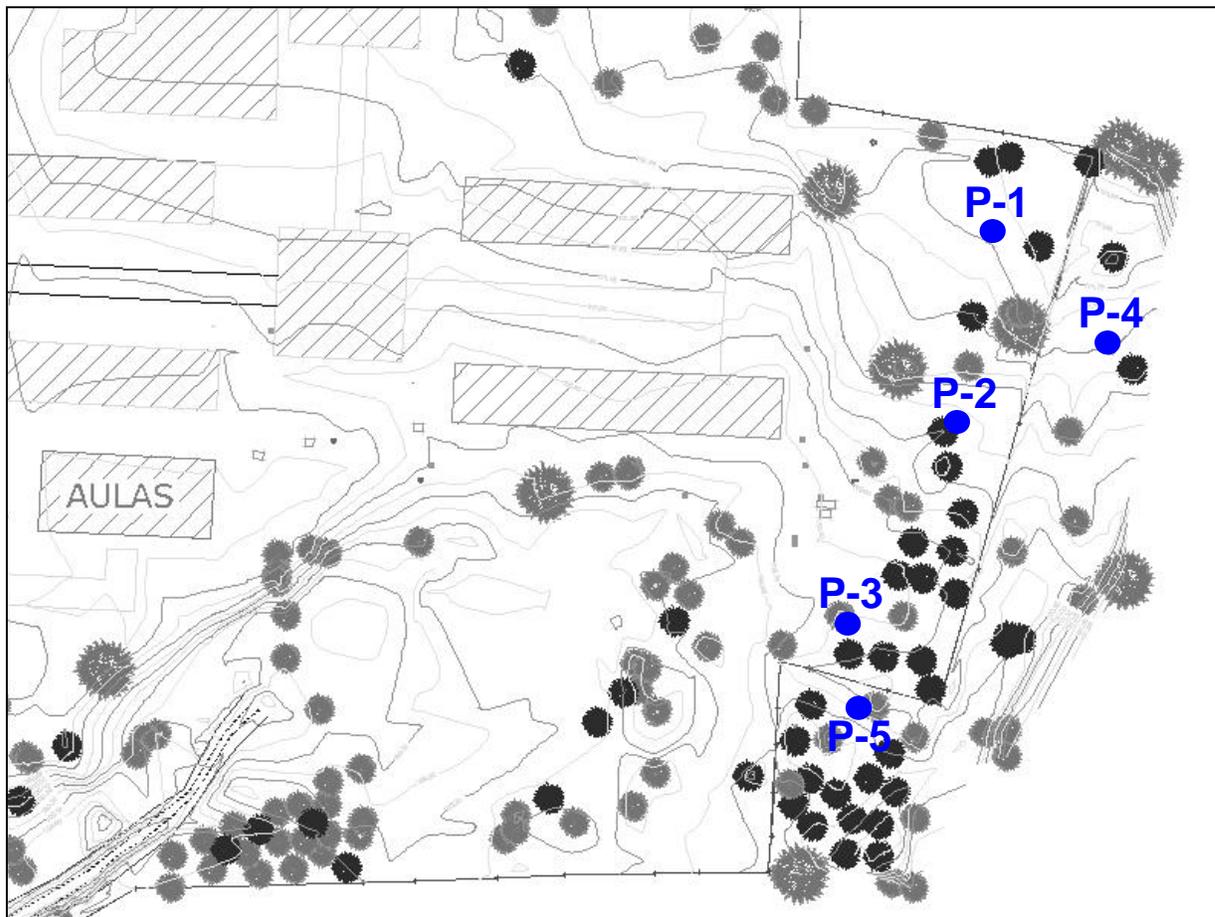


Figura. Diagrama de distribución aproximada de las perforaciones.

4.3 Condiciones del terreno

- Ø El terreno analizado presenta una topografía regular. La superficie del terreno se encuentra parcialmente expuesta. No existen edificaciones en las zonas adyacentes a las perforaciones; sin embargo, sí existen obras dentro de la propiedad. Seguidamente se presentan fotografías del sitio.
- Ø Se encontró presencia de nivel freático o de un nivel de saturación importante a una profundidad variable entre aproximadamente 4,8 m y 5,4 m en las perforaciones realizadas al momento de ejecutar los trabajos en el sitio.



Fotografía. Vista de la zona estudiada.



Fotografía. Vista de la zona estudiada.

4.4 Correlación e interacción con datos de geología de la zona

- ∅ La geología de la zona corresponde con ignimbritas y tobas del Pleistoceno α8 (Denyer & Alvarado, 2007). Por lo que los suelos encontrados en las perforaciones se consideran producto de la meteorización de la matriz de estos materiales.

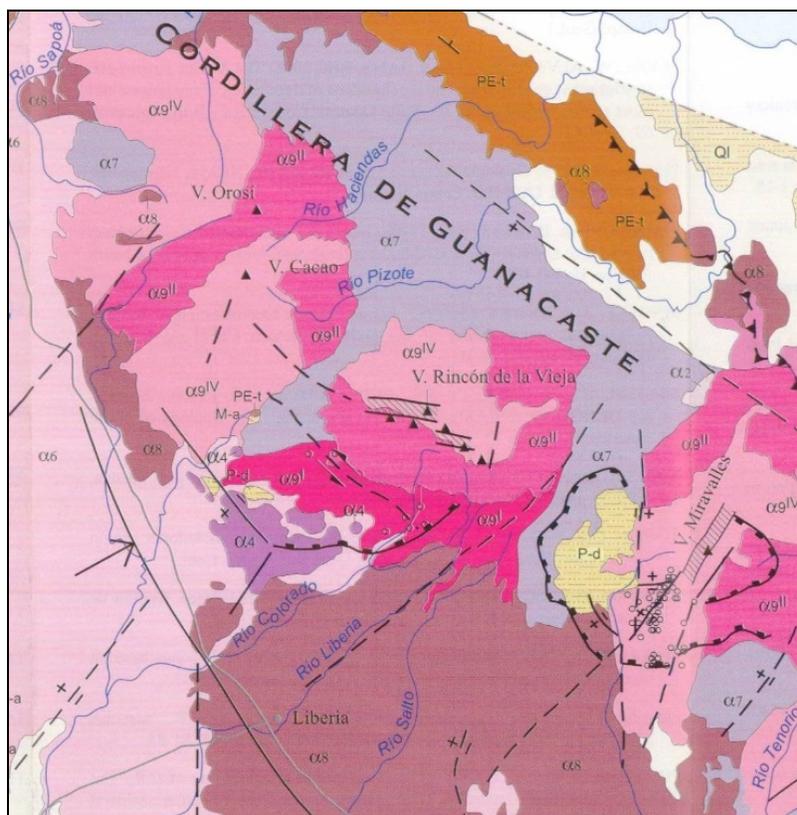


Figura. Mapa geológico de la zona.
Fuente: Denyer & Alvarado, 2007.

5. RESULTADOS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS

5.1 Descripción de los estratos y clasificación de los suelos

Seguidamente se da la descripción de los estratos de acuerdo con la profundidad en la zona de cada perforación.

Perforación P-1:

0,00 a 3,30 m	Existe una arena arcillosa de color café (SC). LA-1 (LL=30%, LP=18%). Grad-1 (2% Grava, 64% Arena, 34% Finos). Densidad variable entre suelta y medianamente densa. Resistencia seca media.
3,30 a 4,20 m	Se encuentra una arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL). LA-2 (LL=44%, LP=22%). Consistencia variable entre rígida y muy rígida. Resistencia seca media.
4,20 a 8,4 m	Existe una arena limosa de color café con tramos blancos (SM). Grad-2 (87% Arena, 13% Finos). Densidad variable entre suelta y densa. Resistencia seca variable entre baja y media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

Perforación P-2:

- 0,00 a 2,70 m** Existe una arena arcillosa de color café (SC).
LA-1 (LL=30%, LP=18%).
Grad-1 (2% Grava, 64% Arena, 34% Finos).
Densidad variable entre suelta y medianamente densa.
Resistencia seca media.
- 2,70 a 3,60 m** Se encuentra una arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL).
LA-2 (LL=44%, LP=22%).
Consistencia rígida.
Resistencia seca media.
- 3,60 a 8,40 m** Existe una arena limosa de color café con tramos blancos (SM).
Grad-2 (87% Arena, 13% Finos).
Densidad variable entre muy suelta y muy densa.
Resistencia seca variable entre baja y media.

Perforación P-3:

- 0,00 a 3,60 m** Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL).
LA-3 (LL=35%, LP=21%).
Consistencia variable entre blanda y rígida.
Resistencia seca media.
- 3,60 a 6,00 m** Se encuentra una arena limosa de color café con tramos blancos (SM).
Grad-2 (87% Arena, 13% Finos).
Densidad variable entre suelta y medianamente densa.
Resistencia seca media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

Perforación P-4:

- 0,00 a 1,20 m** Existe una arena limosa de color café oscuro (SM).
Grad-3 (1% Grava, 61% Arena, 39% Finos).
Densidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca media.
- 1,20 a 3,00 m** Se encuentra una arena limosa de color café con tramos de limo café oscuro (SM).
Grad-4 (2% Grava, 75% Arena, 23% Finos).
Densidad variable entre muy suelta y medianamente densa.
Resistencia seca media.
- 3,00 a 3,60 m** Existe una arena limosa de color café con tramos blancos (SM).
Grad-2 (87% Arena, 13% Finos).
Densidad variable entre suelta y medianamente densa.
Resistencia seca media.
- 3,60 a 6,00 m** Se encuentra una arcilla arenosa de media plasticidad de color café con vetas grises (CL).
LA-4 (LL=38%, LP=21%).
Consistencia variable entre rígida y muy rígida.
Resistencia seca media.
- 6,00 a 8,40 m** Existe una arena limosa de color café con tramos blancos (SM).
Grad-2 (87% Arena, 13% Finos).
Densidad variable entre suelta y densa.
Resistencia seca variable entre baja y media.

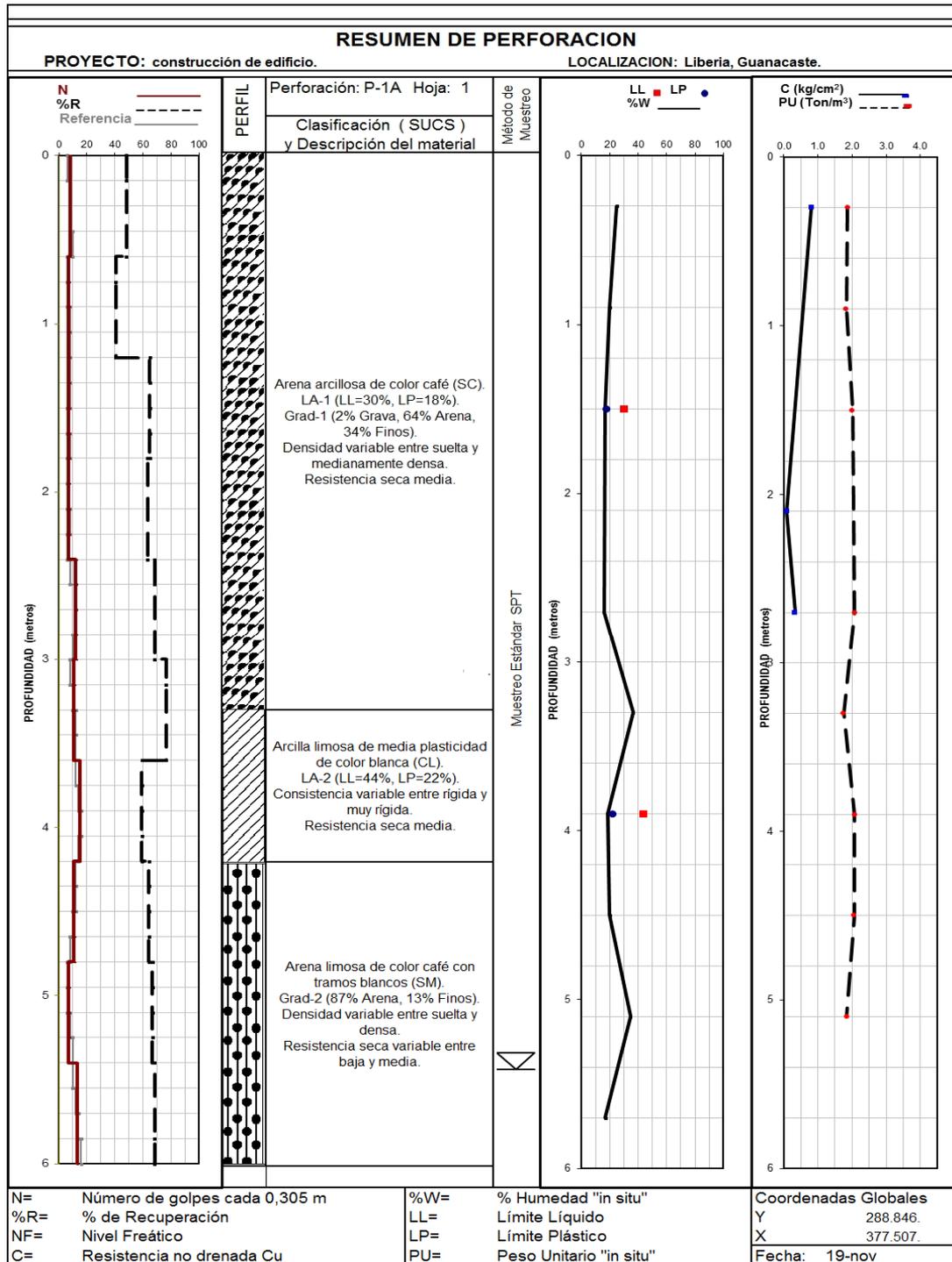
Perforación P-5:

- 0,00 a 2,40 m** Existe una arena arcillosa de color café con tramos morados (SC).
Grad-5 (50% Arena, 50% Finos).
Densidad variable entre muy suelta y suelta.
Resistencia seca variable entre baja y media.
- 2,40 a 6,00 m** Se encuentra una arena limosa de color café con tramos blancos (SM).
Grad-2 (87% Arena, 13% Finos).
Densidad variable entre suelta y medianamente densa.
Resistencia seca variable entre baja y media.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

5.2 Resumen de hojas de perforación y fotos



Diciembre, 2013

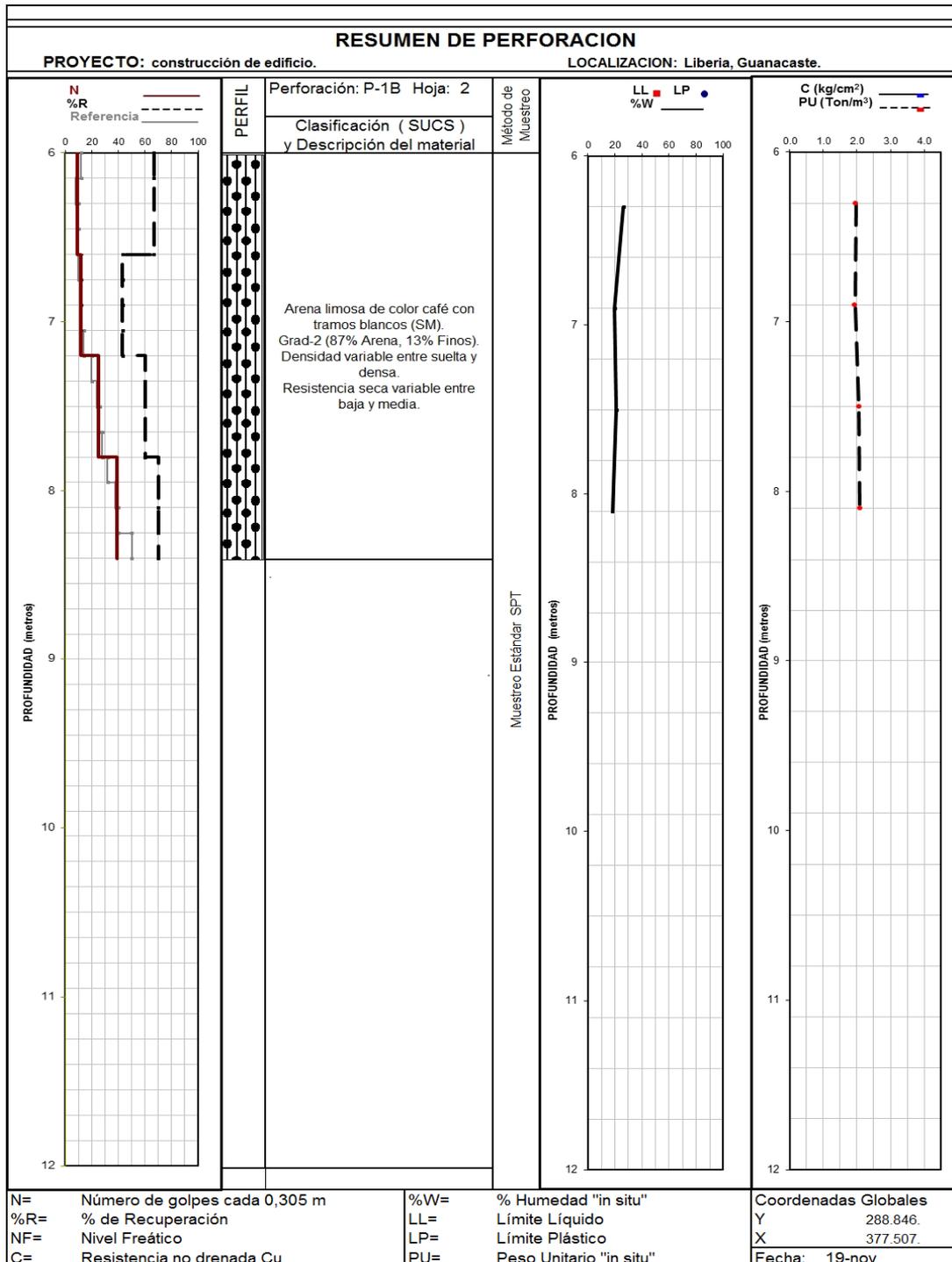


13-OTS-0248-2002

Página: 13 de 38

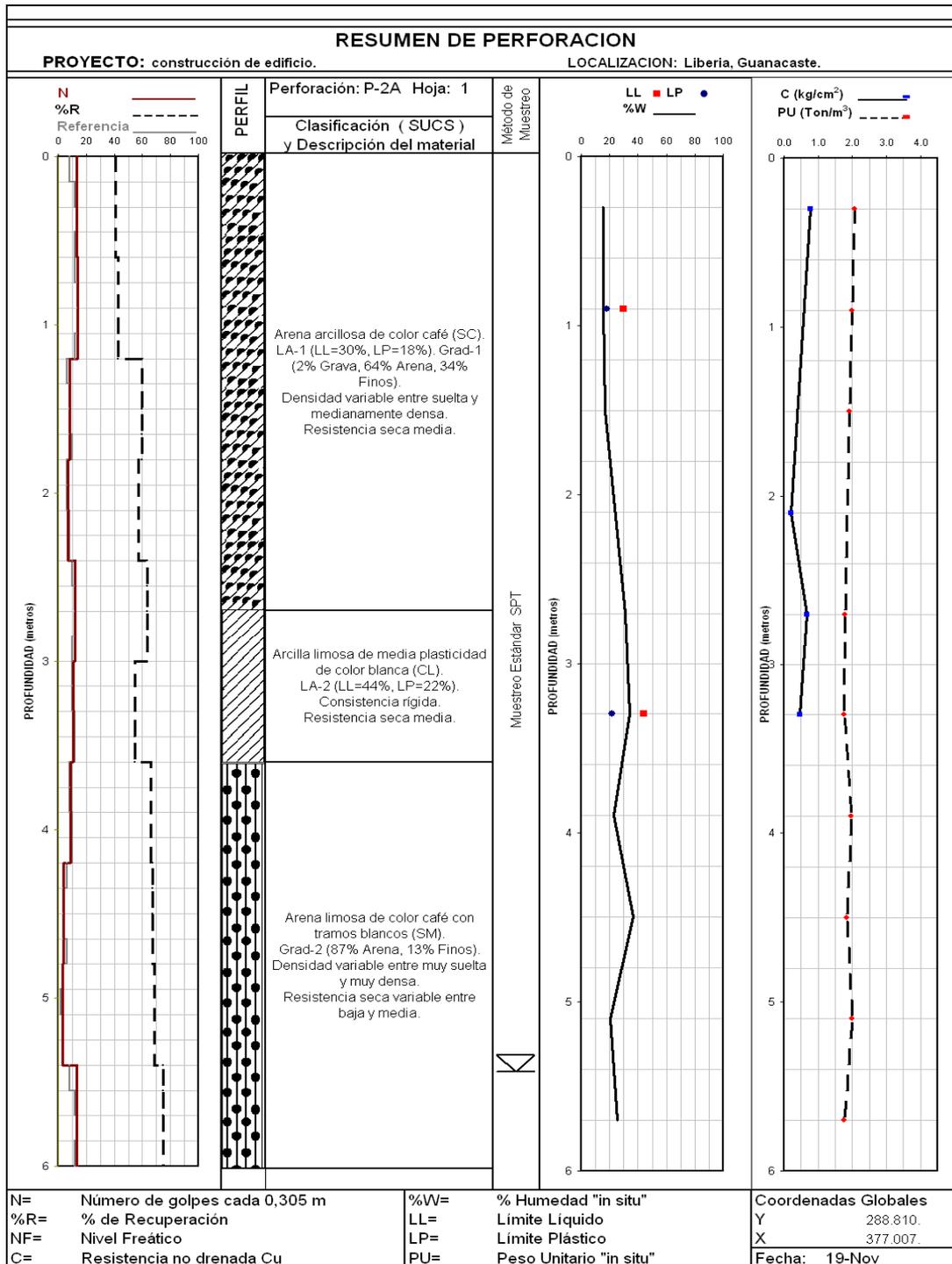
* Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr ** Ensayo no acreditado.

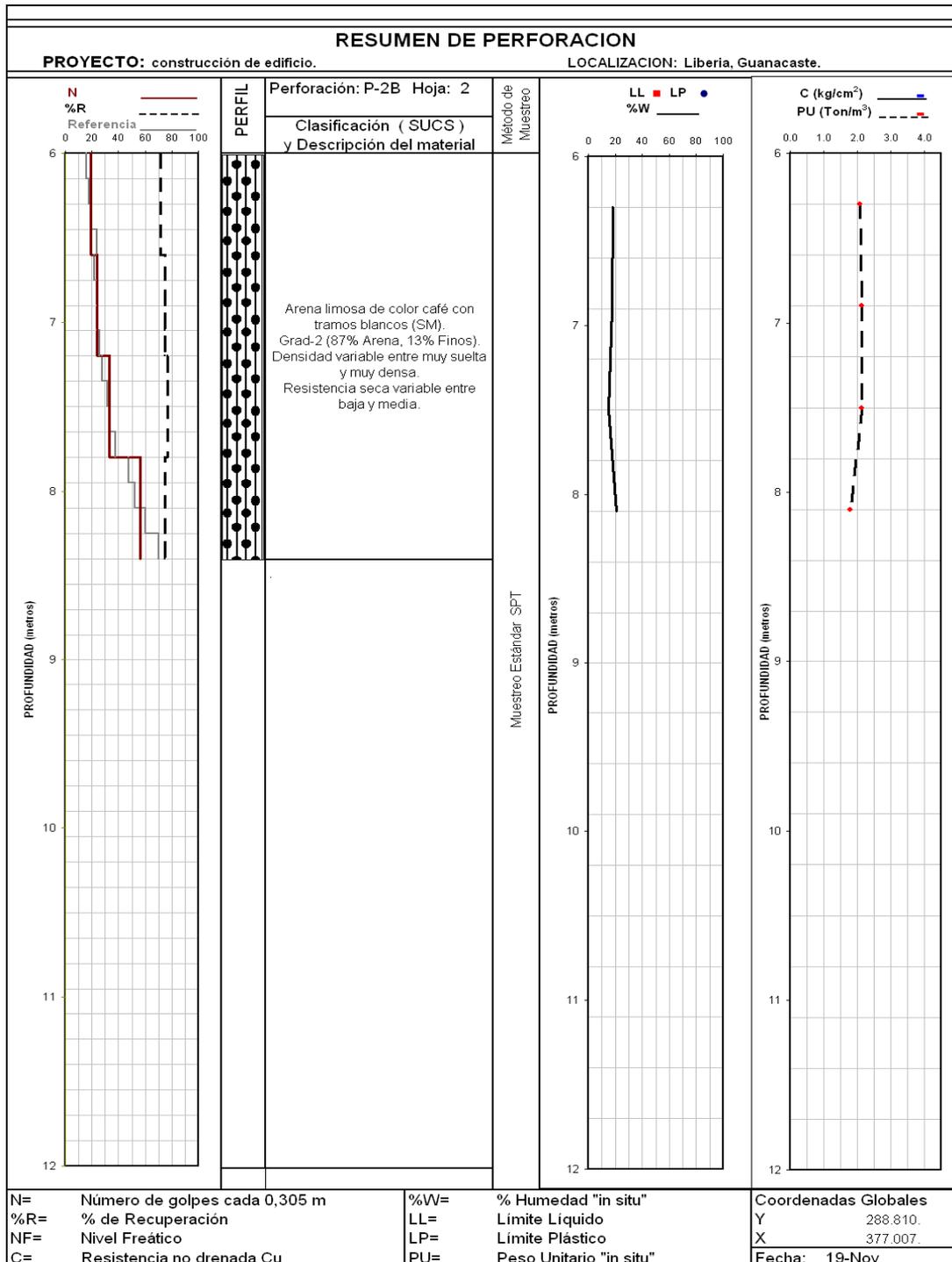
Documento Propiedad intelectual de Vieta & Asociados, S.A. Prohibida su reproducción no autorizada
tel.: (506) 2268-8297 • info@vieta.com • www.vieta.com



PERFORACIÓN P-1 (OTS-0248)

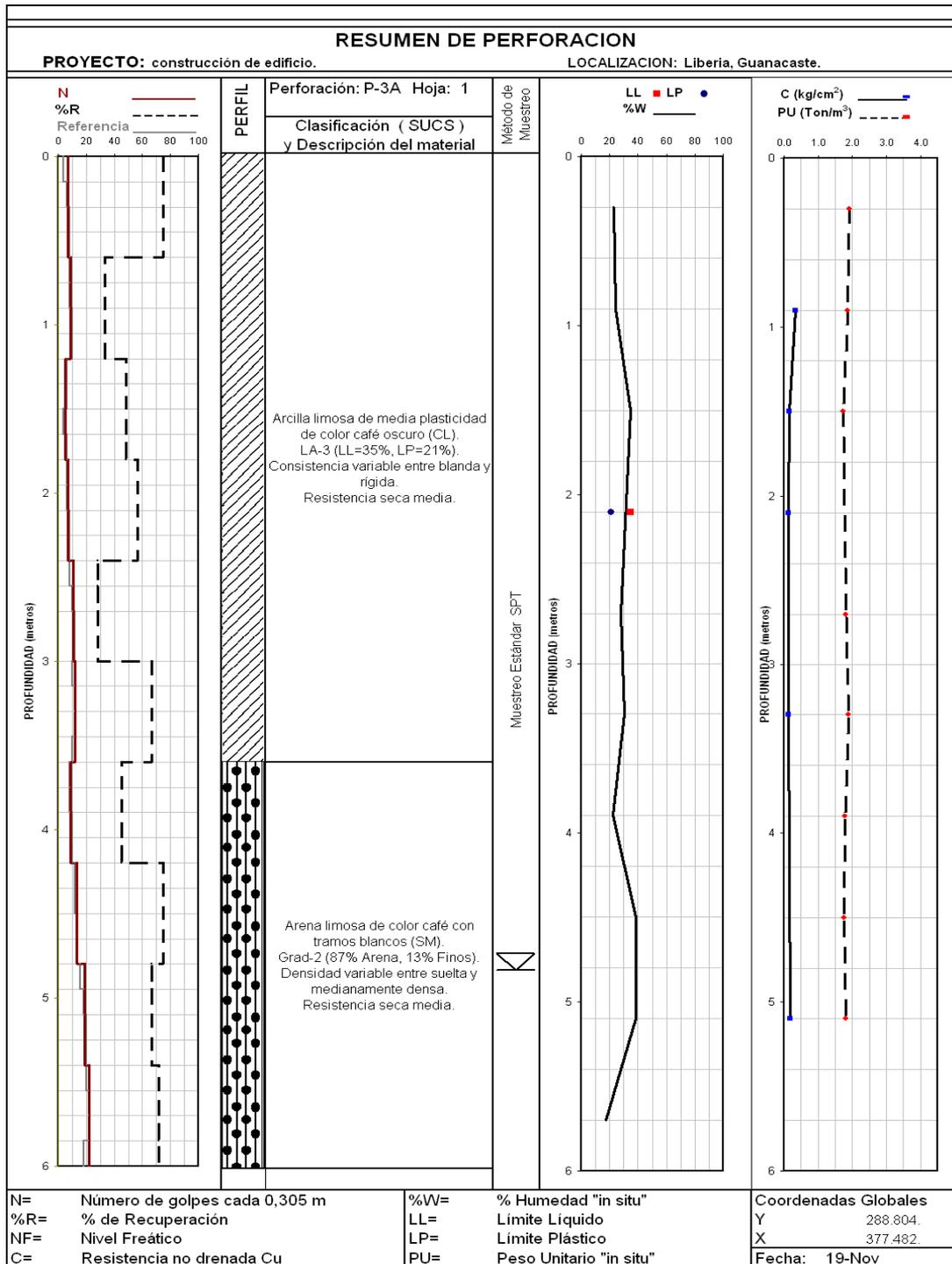






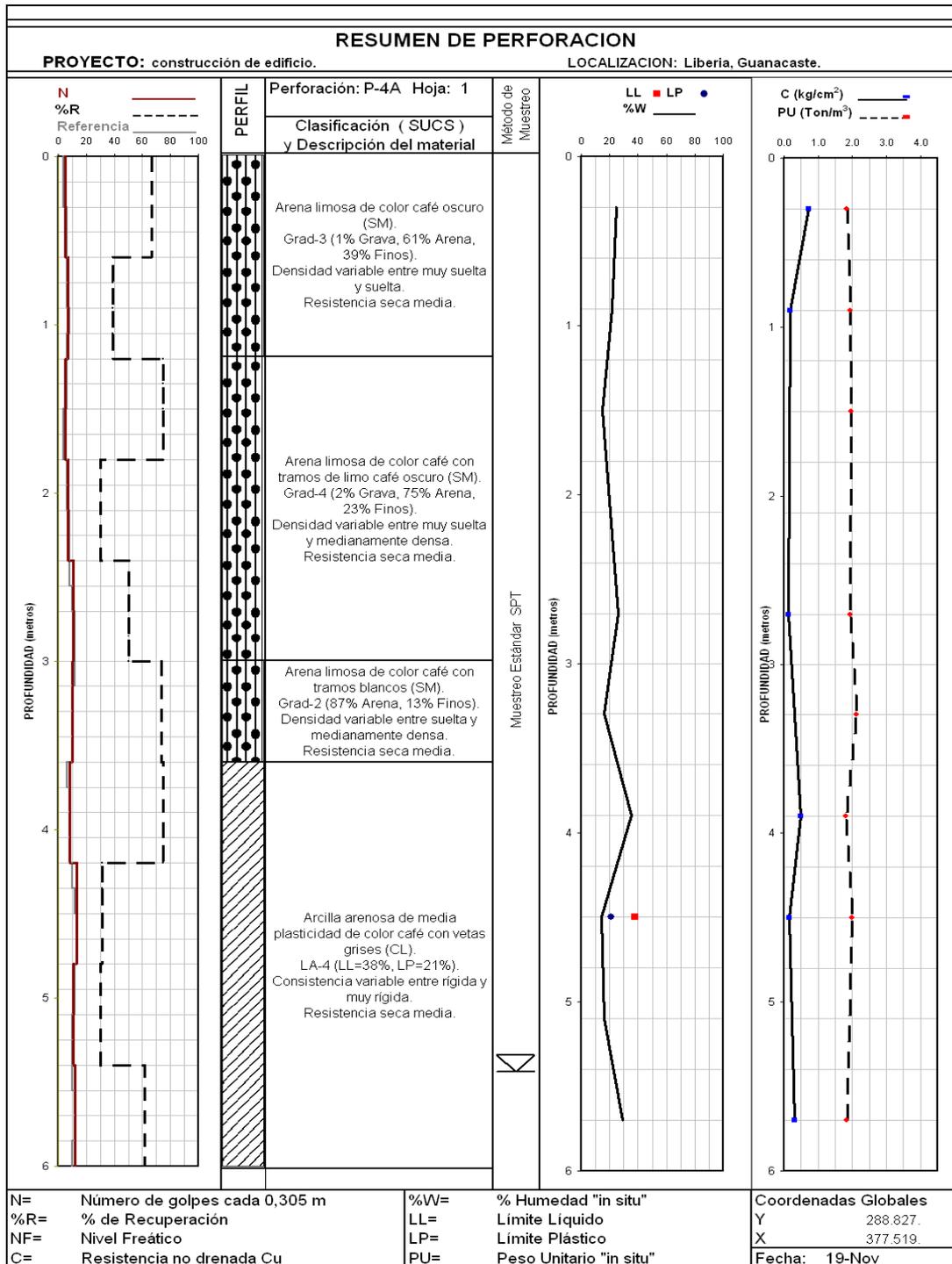
PERFORACIÓN P-2 (OTS-0248)

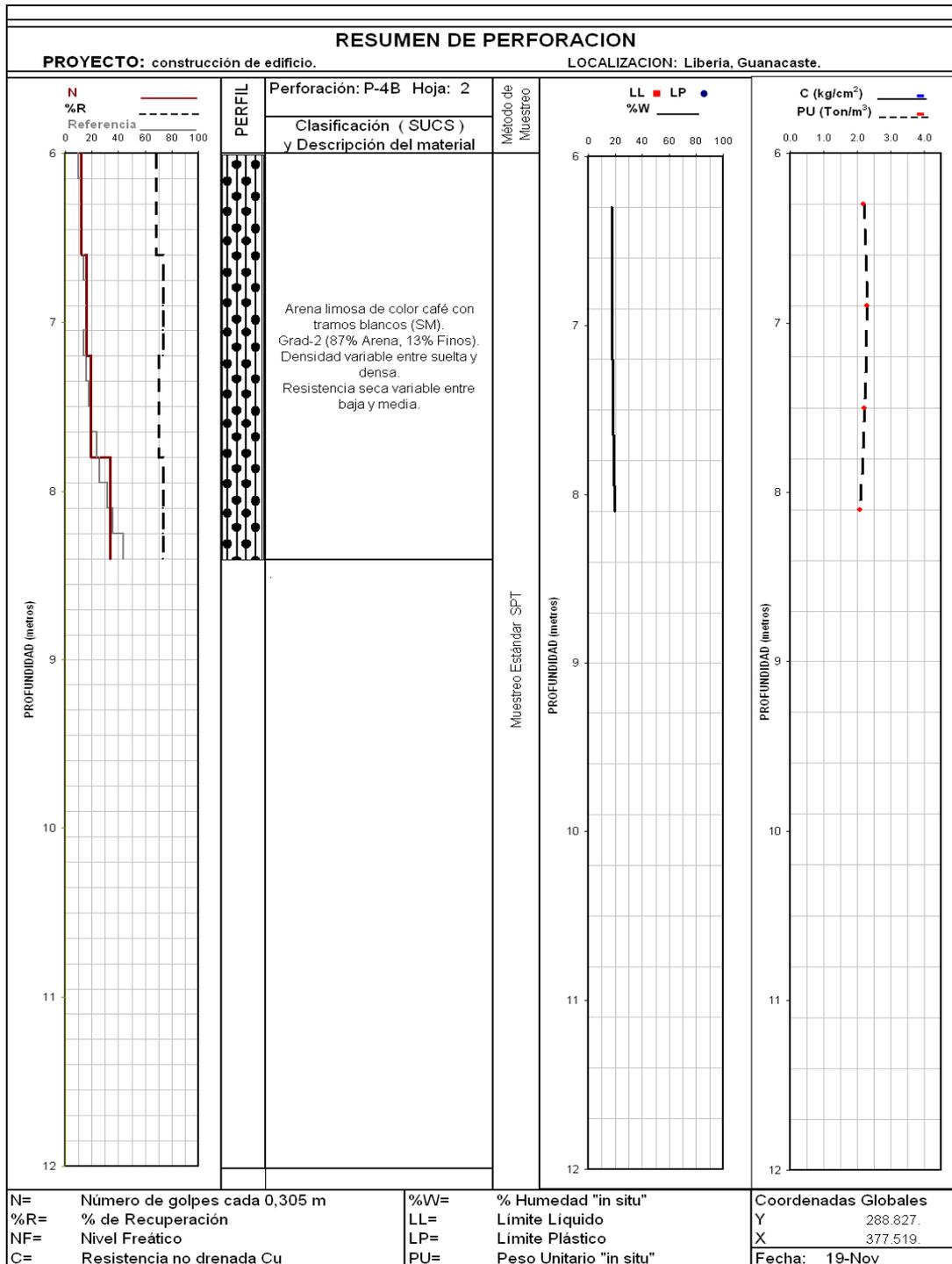




PERFORACIÓN P-3 (OTS-0248)

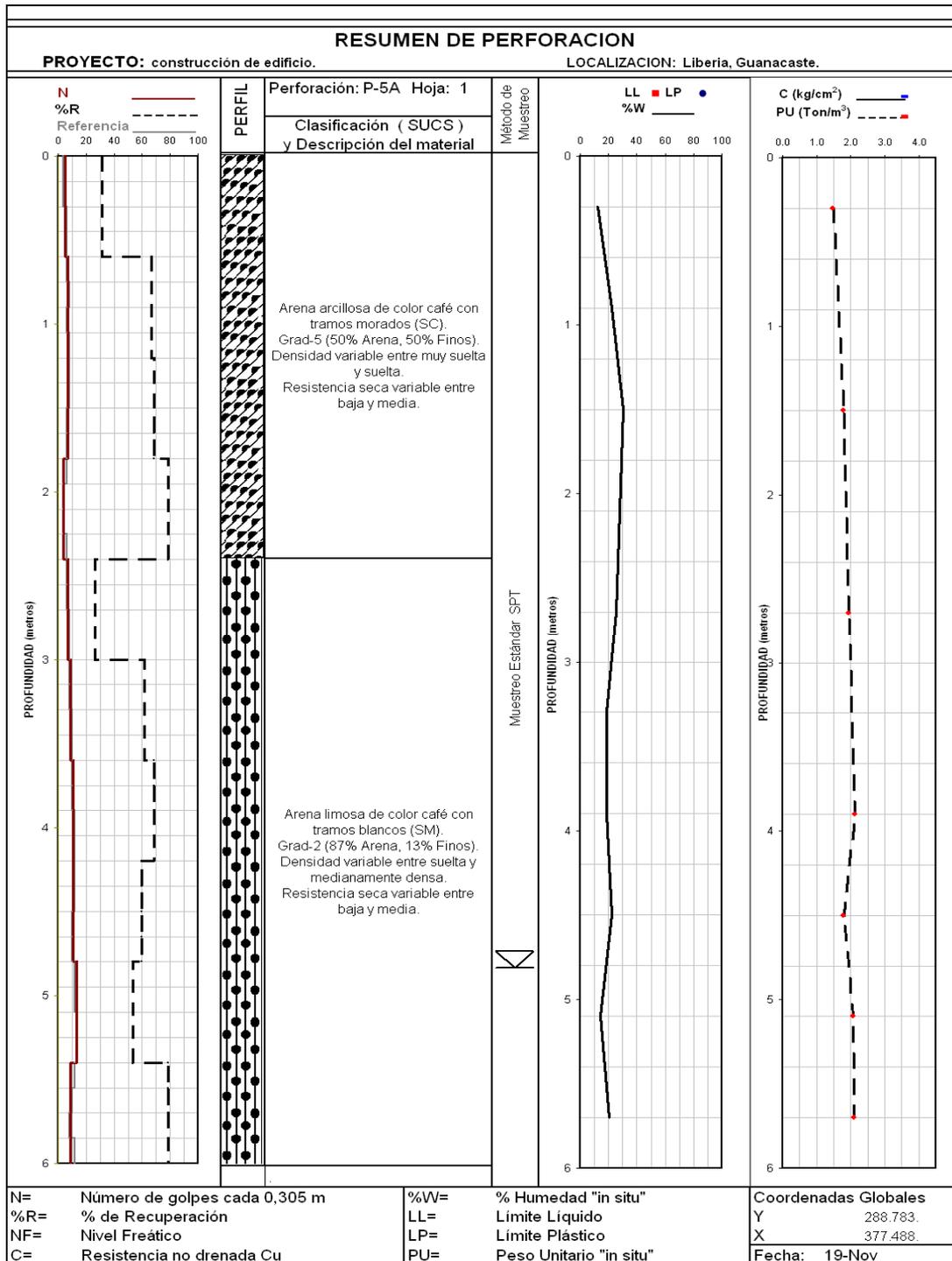






PERFORACIÓN P-4 (OTS-0248)





PERFORACIÓN P-5 (OTS-0248)



6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS

6.1 Capacidad soportante por perforación

Perforación No	Profundidad desde el nivel actual del terreno (m)	Capacidad soportante admisible (ton/m ²)
P-1	0,00 – 2,40	5
	2,40 – 4,80	8
	4,80 – 7,20	6
	7,20 – 7,80	12
	7,80 – 8,40	15
P-2	0,00 – 4,20	8
	4,20 – 5,40	3
	5,40 – 6,00	8
	6,00 – 6,60	10
	6,60 – 7,20	12
	7,20 – 7,80	15
	7,80 – 8,40	20
P-3	0,00 – 2,10	4
	2,10 – 4,20	6
	4,20 – 4,80	8
	4,80 – 6,00	10
P-4	0,00 – 1,80	4
	1,80 – 2,40	5
	2,40 – 4,20	6
	4,20 – 6,60	8
	6,60 – 7,20	10
	7,20 – 7,80	12
	7,80 – 8,40	20
P-5	0,00 – 2,40	4
	2,40 – 6,00	6

7. RECOMENDACIONES

7.1 Recomendaciones generales

En el apartado 5 de este informe, se presentan las características de los materiales encontrados en los sondeos. En el apartado 6, se presentan las capacidades soportantes admisibles de acuerdo con la profundidad.

En la zona de las perforaciones **P-1**, **P-2** y **P-4**, donde se proyecta la construcción de un edificio de dos niveles, se recomienda cimentar las placas a una profundidad mínima de 0,70 m y apoyarlas sobre un relleno de sustitución de un espesor mínimo de 1,0 m construido con un material selecto de un CBR mínimo de 10. El relleno de sustitución debe tener un área mínima de 1.5 veces el área de la placa y se debe construir en capas de un espesor no mayor a 0,25 m compactadas a una densidad mínima del 95% de acuerdo con el ensayo proctor modificado. Sobre el relleno de sustitución, se puede considerar una capacidad soportante admisible de 6 ton/m² con un factor de seguridad igual a 3,0.

En el sector de las perforaciones **P-3** y **P-5**, donde se proyecta la construcción del módulo de vestidores de un nivel, se recomienda cimentar las placas a una profundidad mínima de 0,70 m y colocar bajo las placas un sello de concreto pobre de un espesor mínimo de 0,10 m. Sobre este sello, se puede considerar una capacidad soportante admisible de 4 ton/m² con un factor de seguridad igual a 3,0. El sello indicado se debe colocar tan pronto se terminen las excavaciones de las placas para evitar la alteración del suelo en el fondo de las placas debido al efecto del intemperismo.

7.2 Recomendaciones para pisos

Para pisos, se recomienda remover toda capa con contenido vegetal y colocar un espesor mínimo de 0,30 m material de subbase compactado a una densidad mínima del 95% de acuerdo con el ensayo proctor modificado.

7.3 Tipo de suelo para diseño estructural

Para diseño estructural se puede utilizar un tipo de suelo S3.

7.4 Recomendaciones para rellenos

Los rellenos se deben construir sobre una superficie adecuadamente preparada en la que se haya removido todo espesor con contenido vegetal o de suelo meteorizado.

Los rellenos se deben construir en capas de un espesor no mayor a 0,25 m y deben compactarse adecuadamente de acuerdo con la especificación correspondiente.

8. DISCUSIÓN DE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Los resultados de los ensayos de las perforaciones son puntuales y pueden variar ligeramente en cualquier otro punto. Por lo que si al momento de realizar excavaciones se encuentran materiales distintos a los reportados en este estudio se recomienda realizar pruebas adicionales para determinar sus características.

En cuanto al nivel freático, hay que resaltar que no es un dato constante en el tiempo sino que depende de la estación en que se realice su medición.

9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Ø American Society of Testing Material, 2005, Annual Book of ASTM Standard. West Conshokoken, PA, Vol. 04,08
- Ø Asociación costarricense de Geotecnia, 2009, Código de Cimentaciones. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Vol. 1
- Ø Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, 2009, Código Sísmico de Costa Rica 2002. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Vol. 1
- Ø Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, 1989, 1:50 000, 3 ed. San José, Editorial Instituto Nacional de Costa Rica

ANEXO

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

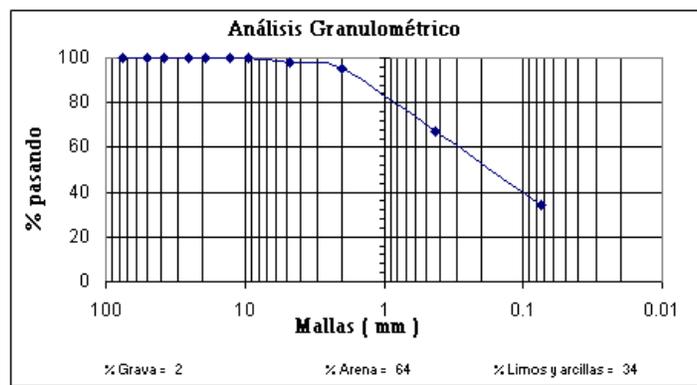
GRADUACIÓN No 1

Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022
 Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café (SC).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	99.7
No. 4	98.1
No. 10	95.1
No. 40	67.1
No. 200	34.0



GRADUACIÓN No 2

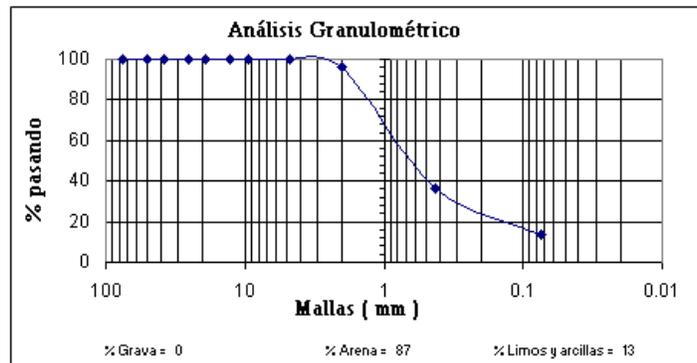
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café con tramos blancos (SM).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.9
No. 10	95.9
No. 40	36.2
No. 200	13.3



GRADUACIÓN No 3

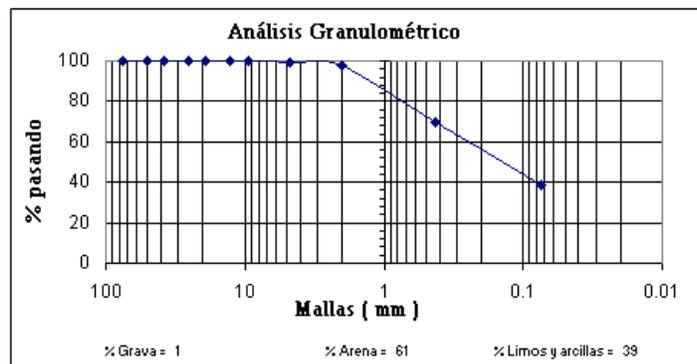
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café oscuro (SM).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.4
No. 10	97.8
No. 40	70.0
No. 200	38.7



GRADUACIÓN No 4

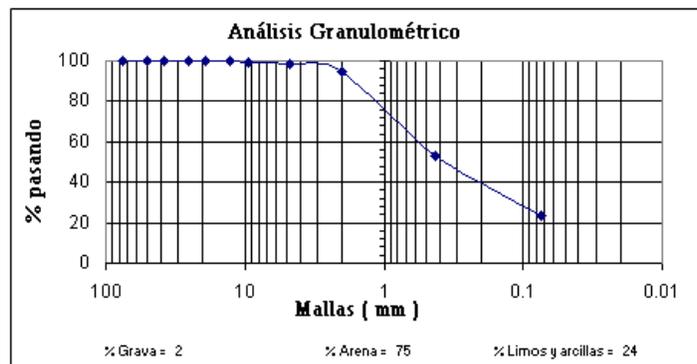
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena limosa de color café con tramos de limo café oscuro (SM).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	99.5
No. 4	98.5
No. 10	94.5
No. 40	53.2
No. 200	23.9



GRADUACIÓN No 5

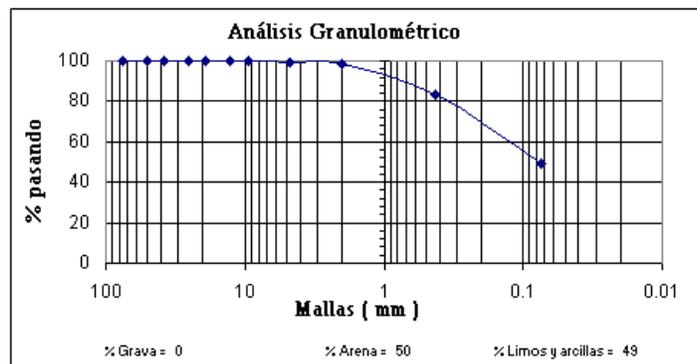
Resultados de ensayos

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos AASHTO T 11 y T 27, ASTM C-117 Y C-136, INS L-022

Material más fino que el tamiz 200 en agregado por lavado INS - L-024

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café con tramos morados (SC).

Tamiz No.	%Pasando
76,2 mm	100.0
50,8 mm	100.0
38,1mm	100.0
25,4 mm	100.0
19 mm	100.0
12,7 mm	100.0
9,5 mm	100.0
No. 4	99.5
No. 10	98.2
No. 40	83.6
No. 200	49.1



LIMITE DE ATTERBERG No 1

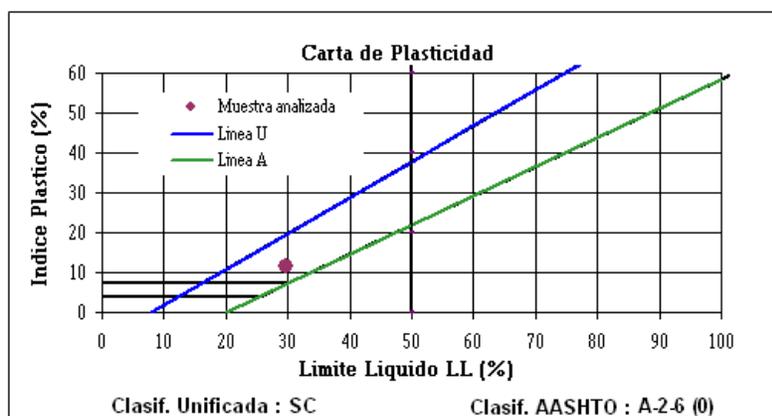
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arena arcillosa de color café (SC).



Limite de Atterberg	
Límite líquido	30
Límite plástico	18
Indice plástico	12

LIMITE DE ATTERBERG No 2

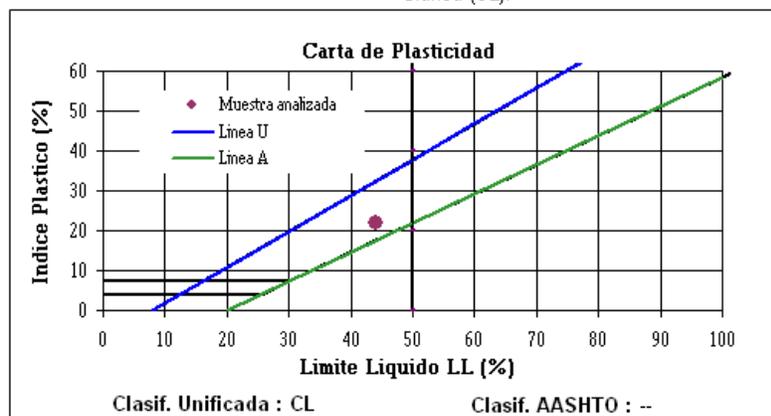
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL).



Limite de Atterberg	
Límite líquido	44
Límite plástico	22
Indice plástico	22

LIMITE DE ATTERBERG No 3

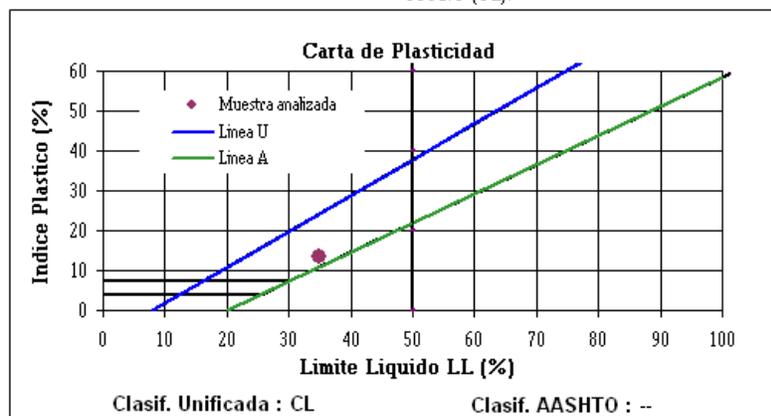
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla limosa de media plasticidad de color café oscuro (CL).



Limite de Atterberg	
Límite líquido	35
Límite plástico	21
Índice plástico	13

LIMITE DE ATTERBERG No 4

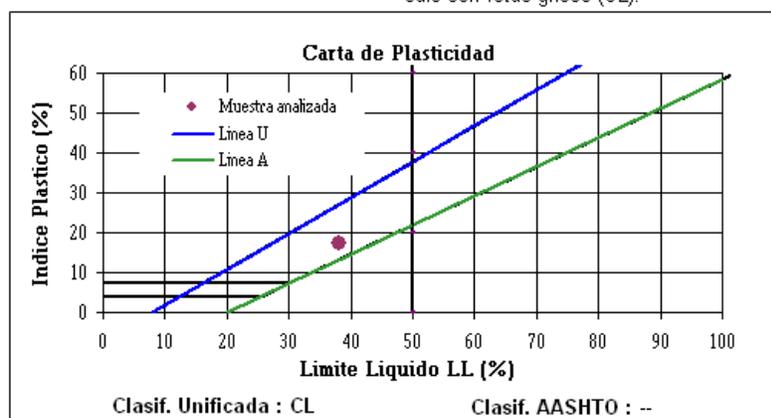
Resultados de ensayos

Método estándar para determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en suelos según AASHTO T 89 y T 90, ASTM D-4318, INS L-043

Método A

Condición de muestra: Remoldeada

Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla arenosa de media plasticidad de color café con vetas grises (CL).



Limite de Atterberg	
Límite líquido	38
Límite plástico	21
Índice plástico	17