

7 de Noviembre, 2013

Señores
Universidad Nacional
Proyecto Construcción de edificio de dos niveles
MOVIMIENTO HUMANO Y TERAPIAS COMPLEMENTARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL
Oficina

Asunto: Estudio de suelos

Informe número: 13-OTS-0215-2002

Estimados señores:

Sírvanse encontrar a continuación los resultados del estudio de suelos solicitado para el proyecto **Construcción de edificio de movimiento humano y terapias complementarias**, en el campus Benjamín Núñez de la Universidad Nacional, el cual se encuentra ubicado en Lagunilla Barreal de Heredia.

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	19
6 Evaluación de resultados y conclusiones	36
6.1 Capacidad soportante por perforación	36
7 Recomendaciones	38
7.1 Recomendaciones generales	38
7.2 Recomendaciones para pisos	38
7.3 Tipo de suelo para diseño estructural	39
7.4 Recomendaciones para muros de retención	39
7.5 Recomendaciones para taludes	39
7.6 Recomendaciones para rellenos	39
8 Discusión de los grados de incertidumbre	40
9 Referencias bibliográficas	40

2. RESUMEN DE RESULTADOS

2.1 Resumen de perforaciones

Perforación P-1:

- Ø Profundidad total de perforación: 7.2 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 7.2 m no se encontró.

Perforación P-2:

- Ø Profundidad total de perforación: 7.2 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 7.2 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 217.414. Y 522.323. X

Perforación P-3:

- Ø Profundidad total de perforación: 7.2 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 7.2 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 217.360. Y 522.320. X

Perforación P-4:

- Ø Profundidad total de perforación: 7.2 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 7.2 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 217.339. Y 522.341. X

Perforación P-5:

- Ø Profundidad total de perforación: 6 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 6 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 217.371. Y 522.338. X

Perforación P-6:

- Ø Profundidad total de perforación: 7.2 m
- Ø Profundidad de nivel freático: Nivel freático hasta 7.2 m no se encontró.
- Ø Coordenadas nacionales: 217.409. Y 522.373. X

3. INTRODUCCIÓN

3.1 Datos sobre el terreno estudiado

El terreno estudiado es parte del campus Benjamín Núñez de la Universidad Nacional, el cual se encuentra ubicado en Lagunilla Barreal de Heredia. Dentro del campus, la zona de interés está localizada contiguo a la carretera frente a las instalaciones del MAG.

Según la información suministrada, el proyecto consiste en la construcción de un edificio de dos niveles organizados en 3 módulos. El sistema constructivo será con columnas y vigas de concreto armado y paredes de bloques de concreto.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

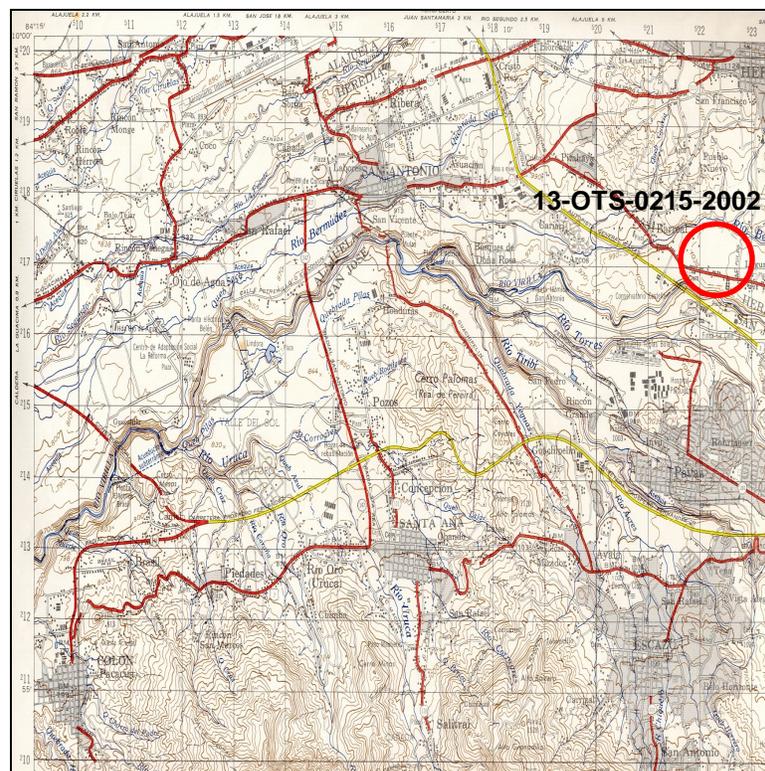


Figura. Mapa geográfico de la zona
Fuente: Instituto Geográfico Nacional



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

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 seis perforaciones a percusión utilizando muestreador estándar, con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo existente en el sitio de las investigaciones, las cuales se realizaron en la zona de interés definida en sitio con el Ing. Francisco Miranda. Esta zona se encontraba demarcada con balizas de topografía.

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

4.2 Diagrama de localización de las perforaciones

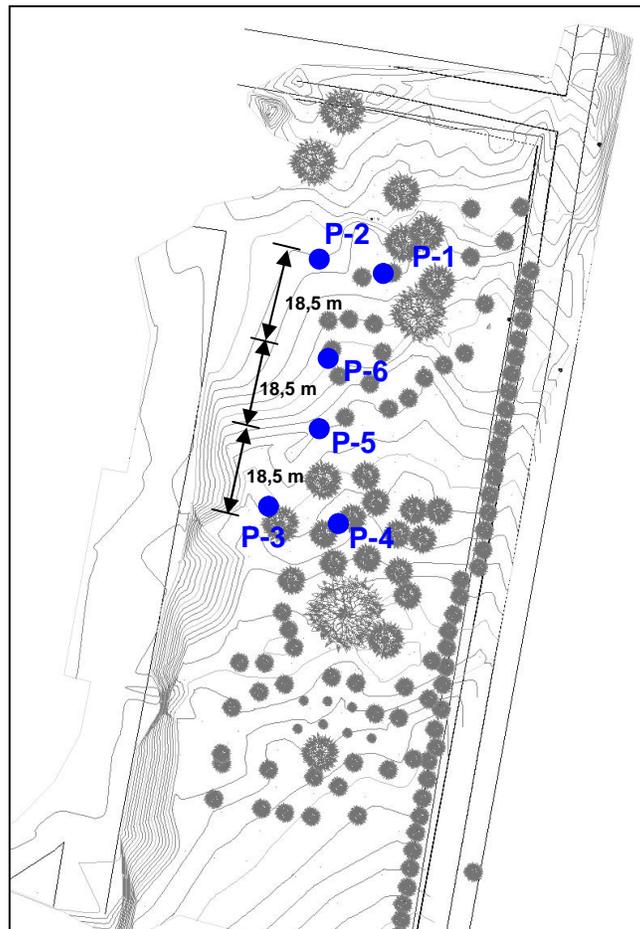


Figura. Diagrama de distribución de las perforaciones

4.3 Condiciones del terreno

- Ø El terreno analizado presenta una topografía regular. La superficie del terreno se encuentra cubierta por césped y vegetación. No existen edificaciones construidas dentro de la propiedad. Seguidamente se presentan fotografías del sitio.
- Ø No se encontró nivel freático en las perforaciones realizadas al momento de ejecutar los trabajos en el sitio.



Fotografía. Vista del sitio de estudio.



Fotografía. Vista del sitio de estudio.

4.4 Correlación e interacción con datos de geología de la zona

- ∅ La geología de la zona corresponde con Formación Depósitos de Avalancha Ardiente del Cuaternario Qv3 (Denyer & Arias, 1990). Por lo que los suelos encontrados en las perforaciones se consideran producto de la meteorización de la matriz de estos materiales.

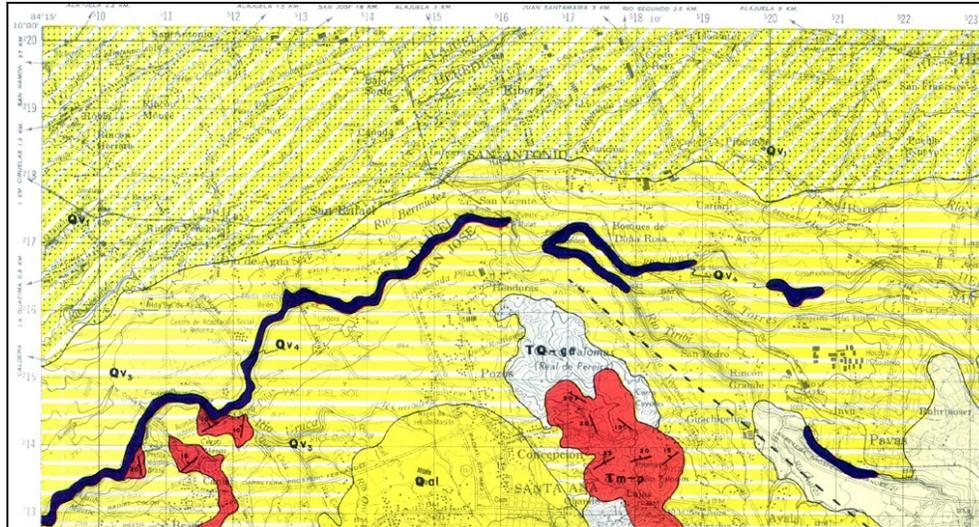


Figura. Mapa geológico de la zona
Fuente. Denyer & Arias, 1990.

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 0,45 m	Existe un limo con contenido vegetal de color negro. Consistencia muy blanda. Resistencia seca media.
0,45 a 1,80 m	Se encuentra una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH). LA-1 (LL=55%, LP=28%). Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida. Resistencia seca media.
1,80 a 4,20 m	Existe una arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL). LA-2 (LL=47%, LP=26%). Grad-1 (23% Arena, 77% Finos). Consistencia variable entre medianamente rígida y muy rígida. Resistencia seca media.
4,20 a 7,20 m	Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL). LA-3 (LL=44%, LP=25%). Consistencia variable entre medianamente rígida y dura. Resistencia seca variable entre media y alta.

Nota:

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

Perforación P-2:

- 0,00 a 0,45 m** Existe un limo con contenido vegetal de color negro.
Consistencia blanda.
Resistencia seca media.
- 0,45 a 1,80 m** Se encuentra una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH).
LA-1 (LL=55%, LP=28%).
Consistencia variable entre blanda y rígida.
Resistencia seca media.
- 1,80 a 4,80 m** Existe una arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-2 (LL=47%, LP=26%).
Grad-1 (23% Arena, 77% Finos).
Consistencia variable entre rígida y dura.
Resistencia seca media.
- 4,80 a 7,20 m** Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-3 (LL=44%, LP=25%).
Consistencia variable entre rígida y muy dura.
Resistencia seca variable entre media y alta.

Perforación P-3:

- 0,00 a 0,60 m** Existe un limo con contenido vegetal de color negro.
Consistencia variable entre muy blanda y blanda.
Resistencia seca media.
- 0,60 a 1,20 m** Se encuentra una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH).
LA-1 (LL=55%, LP=28%).
Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca media.
- 1,20 a 4,80 m** Existe una arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-2 (LL=47%, LP=26%).
Grad-1 (23% Arena, 77% Finos).
Consistencia variable entre rígida y muy rígida.
Resistencia seca media.
- 4,80 a 7,20 m** Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-3 (LL=44%, LP=25%).
Consistencia variable entre rígida y muy dura.
Resistencia seca variable entre media y alta.

Perforación P-4:

- 0,00 a 1,80 m** Existe una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH).
LA-1 (LL=55%, LP=28%).
Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca variable entre baja y alta.
- 1,80 a 4,80 m** Se encuentra una arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-2 (LL=47%, LP=26%).
Grad-2 (1% Grava, 28% Arena, 72% Finos).
Consistencia variable entre rígida y muy rígida.
Resistencia seca variable entre baja, media y alta.
- 4,80 a 7,20 m** Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-3 (LL=44%, LP=25%).
Consistencia variable entre rígida y muy rígida.
Resistencia seca variable entre media y alta.

Perforación P-5:

- 0,00 a 0,45 m** Existe un limo con contenido vegetal de color negro.
Consistencia blanda.
Resistencia seca media.
- 0,45 a 1,80 m** Se encuentra una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH).
LA-1 (LL=55%, LP=28%).
Consistencia variable entre blanda y medianamente rígida.
Resistencia seca variable entre media y alta.
- 1,80 a 3,60 m** Existe una arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-2 (LL=47%, LP=26%).
Grad-2 (1% Grava, 28% Arena, 72% Finos).
Consistencia variable entre rígida y muy rígida.
Resistencia seca variable entre media y alta.
- 3,60 a 6,00 m** Se encuentra una arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL).
LA-3 (LL=44%, LP=25%).
Consistencia variable entre muy rígida y muy dura.
Resistencia seca variable entre media y alta.

Perforación P-6:

0,00 a 0,45 m	Existe un limo con contenido vegetal de color negro. Consistencia blanda. Resistencia seca alta.
0,45 a 1,80 m	Se encuentra una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH). LA-1 (LL=55%, LP=28%). Consistencia variable entre muy blanda y blanda. Resistencia seca alta.
1,80 a 4,80 m	Existe una arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL). LA-2 (LL=47%, LP=26%). Grad-2 (1% Grava, 28% Arena, 72% Finos). Consistencia variable entre muy blanda y muy rígida. Resistencia seca variable entre baja, media y alta.
4,80 a 7,20 m	Existe una arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL). LA-3 (LL=44%, LP=25%). Consistencia variable entre medianamente rígida y dura. Resistencia seca variable entre media y alta.

Nota:

LA: Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Grad: Graduación (Análisis granulométrico)

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

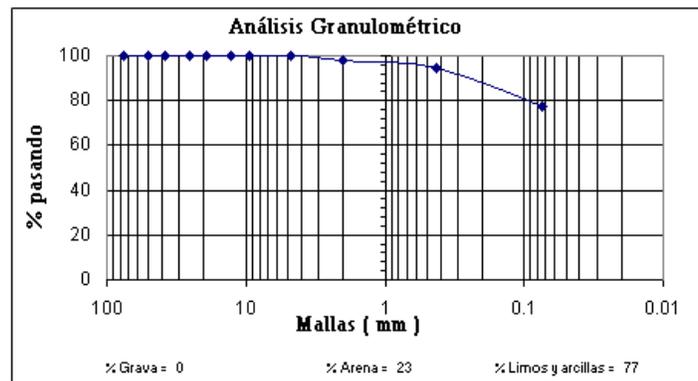
GRADUACIÓN No 1

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): Arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL).

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	100.0
No. 10	98.2
No. 40	94.6
No. 200	77.1



GRADUACIÓN No 2

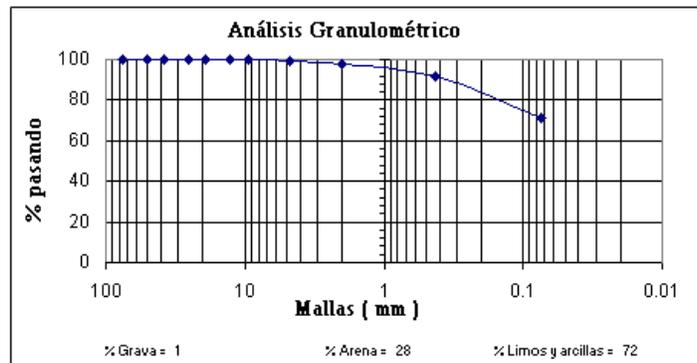
Resultados de ensayos

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): Arcilla arenosa de media plasticidad de color café (CL).

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	99.3
No. 10	97.6
No. 40	91.6
No. 200	71.6



LIMITE DE ATTERBERG No 1

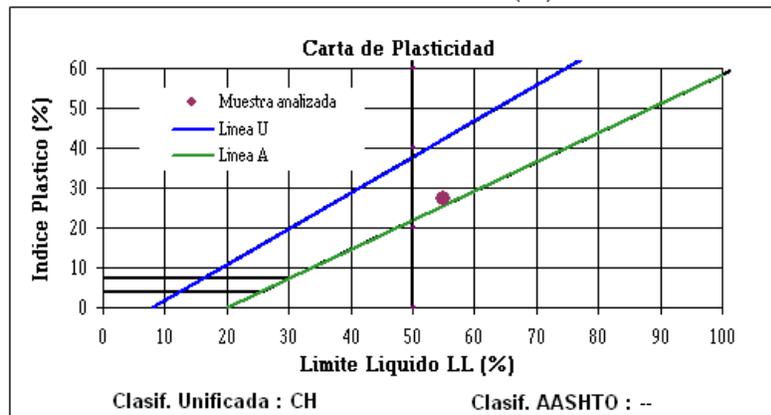
Resultados de ensayos

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): Arcilla inorgánica de alta plasticidad de color café oscuro (CH).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	55
Límite plástico	28
Indice plástico	27

LIMITE DE ATTERBERG No 2

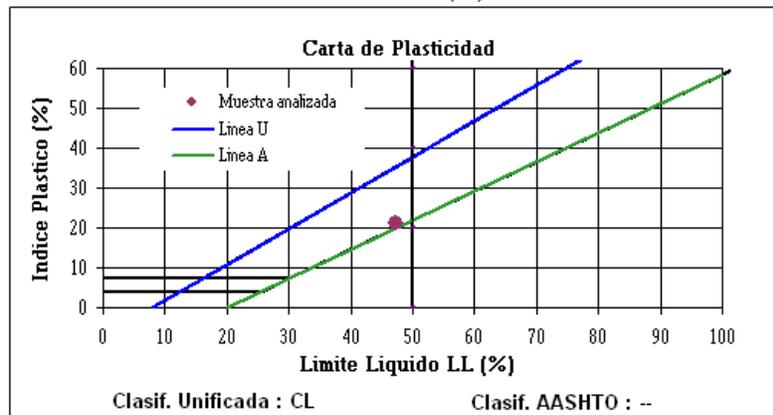
Resultados de ensayos

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 arenosa de media plasticidad de color café (CL).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	47
Límite plástico	26
Indice plástico	21

LIMITE DE ATTERBERG No 3

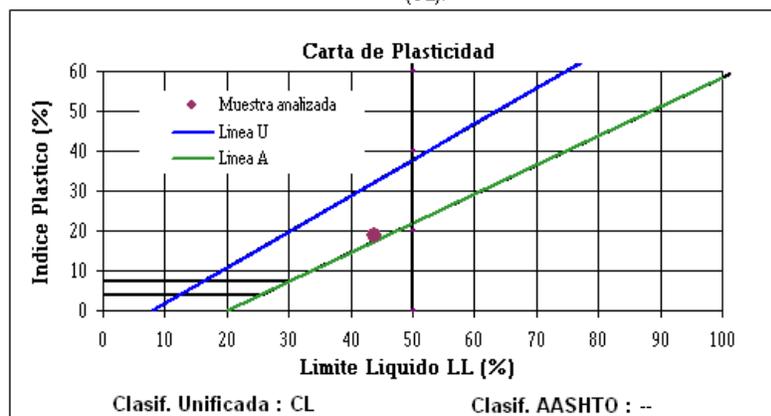
Resultados de ensayos

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

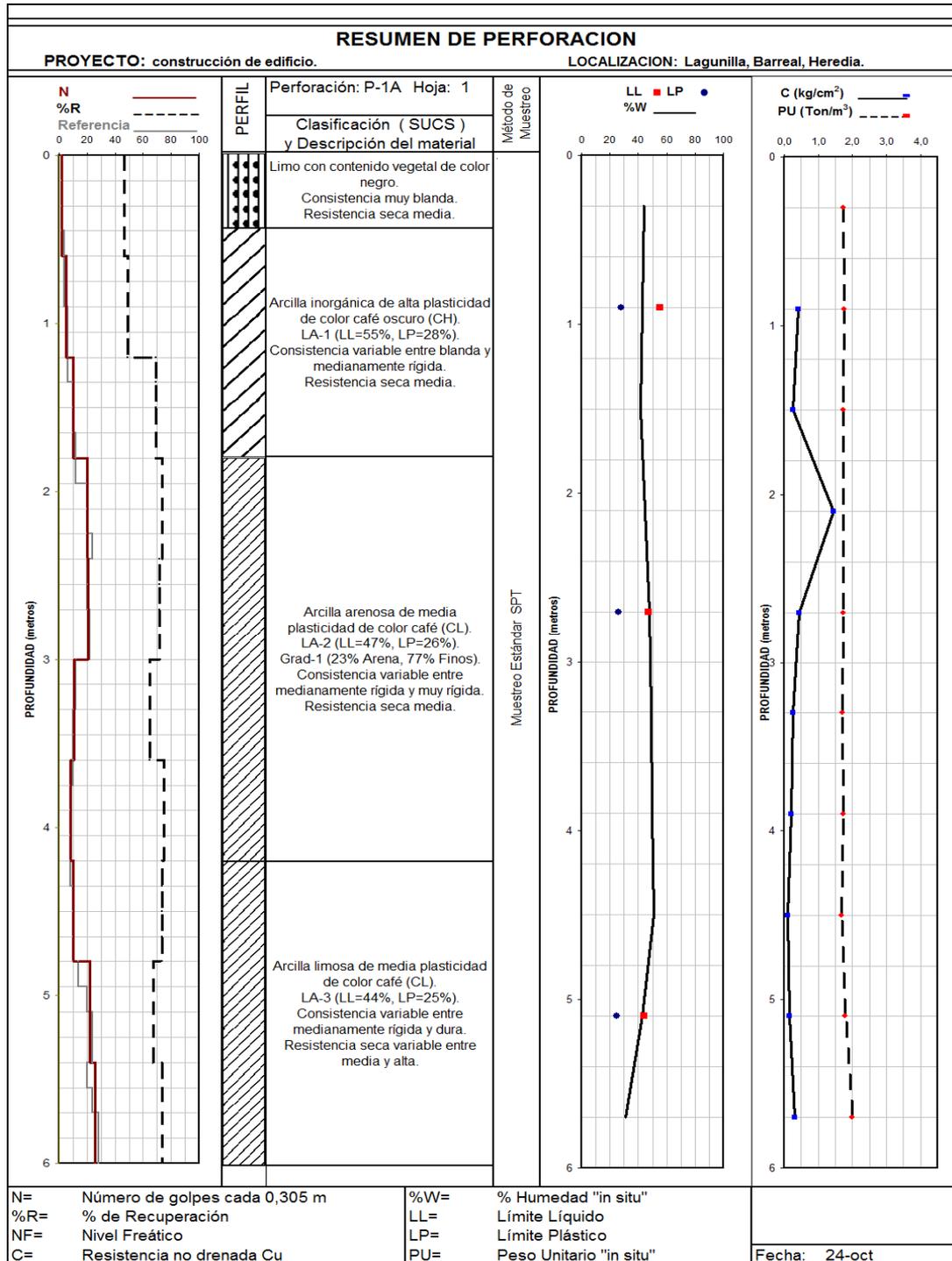
Condición de muestra: Remoldeada

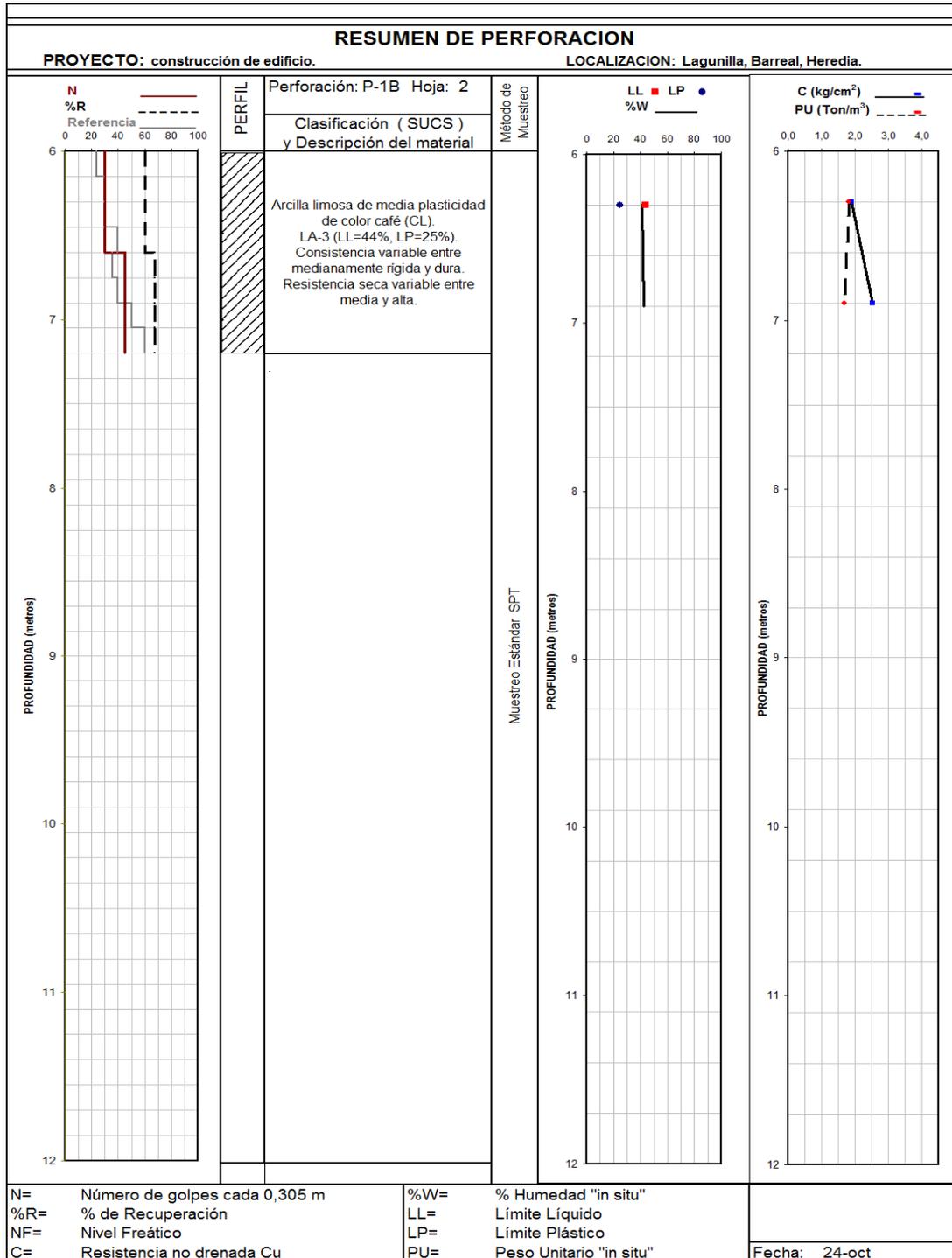
Descripción del material (objeto de ensayo): Arcilla limosa de media plasticidad de color café (CL).



Límite de Atterberg	
Límite líquido	44
Límite plástico	25
Índice plástico	19

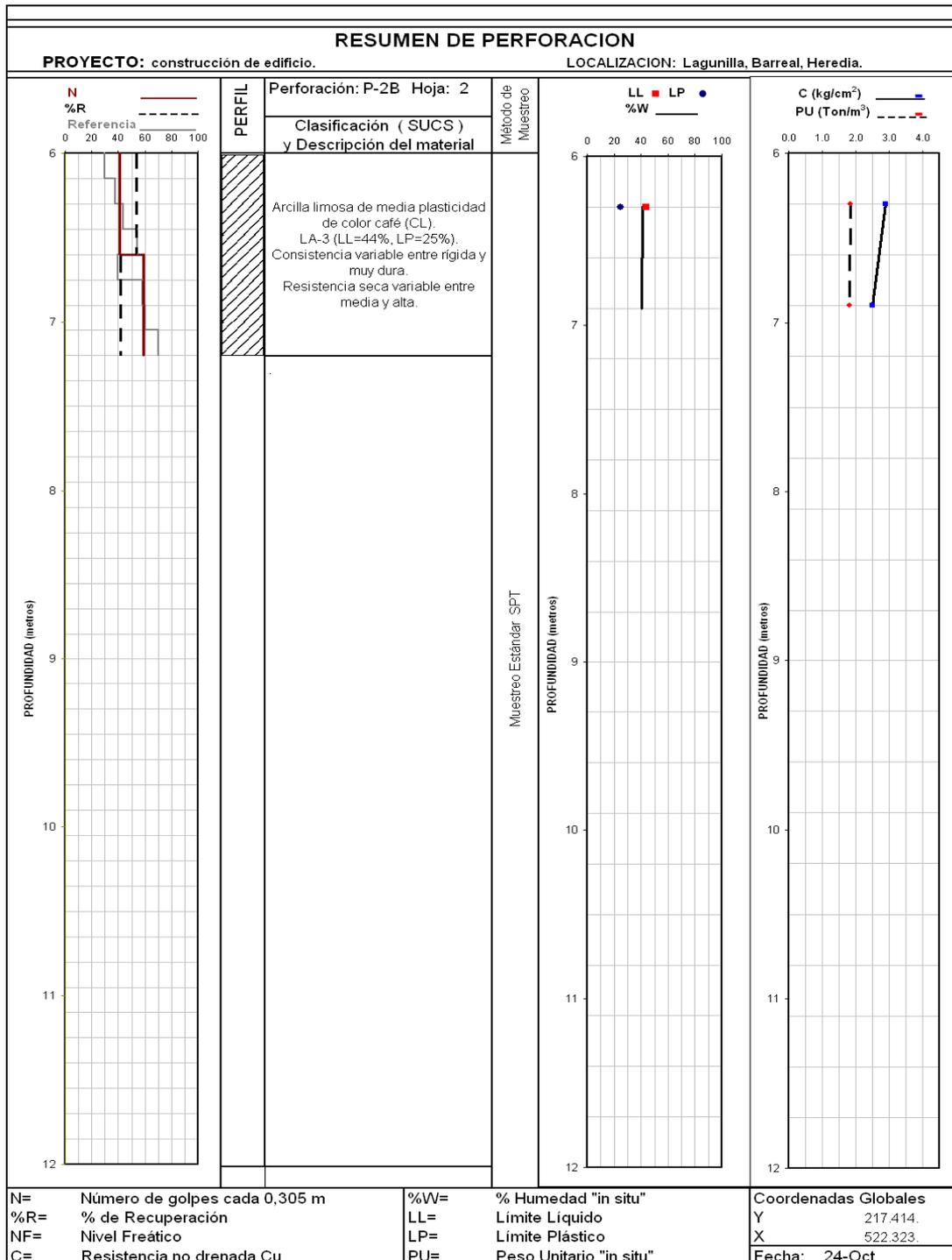
5.2 Resumen de hojas de perforación y fotos





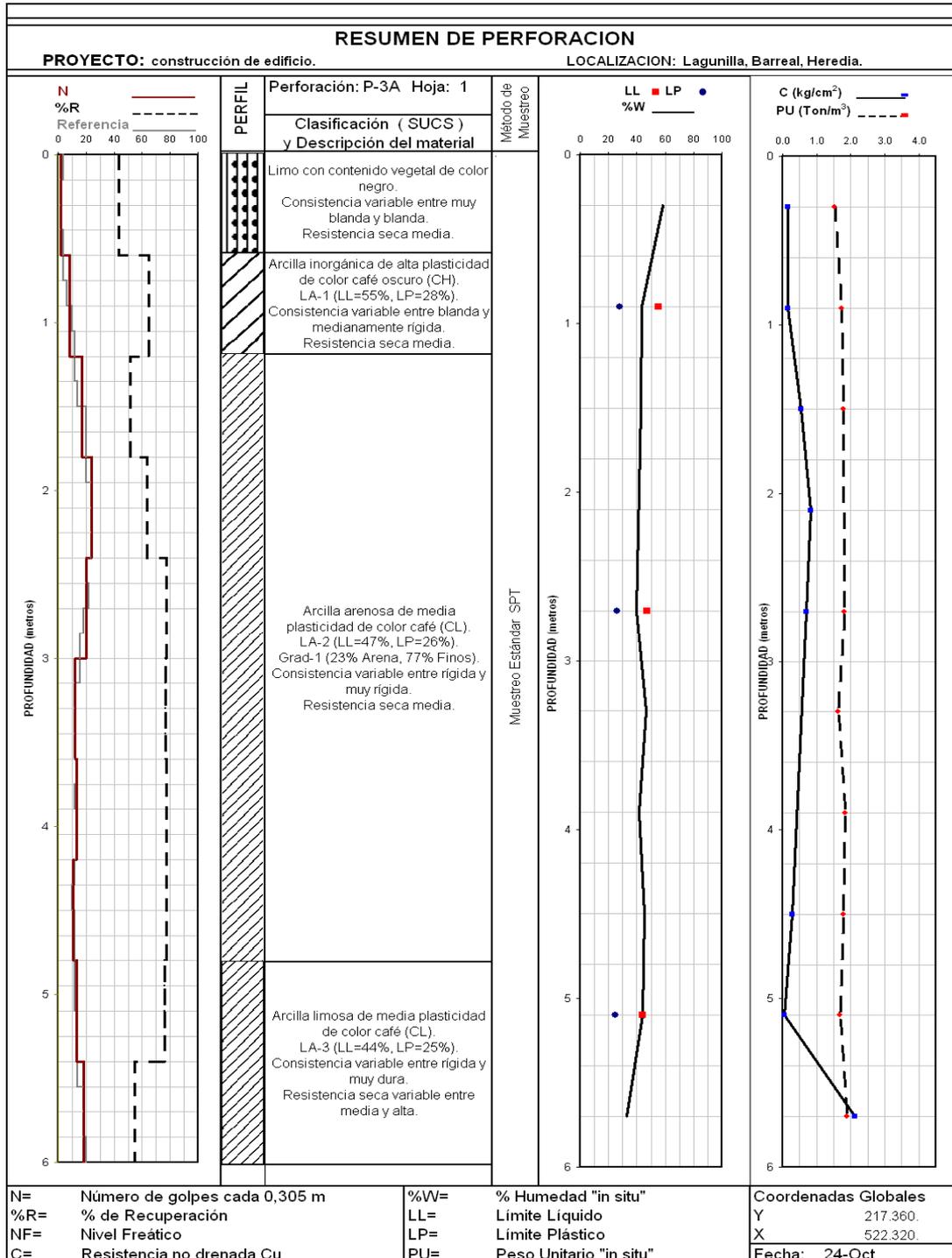
PERFORACIÓN P-1 (OTS-0215)

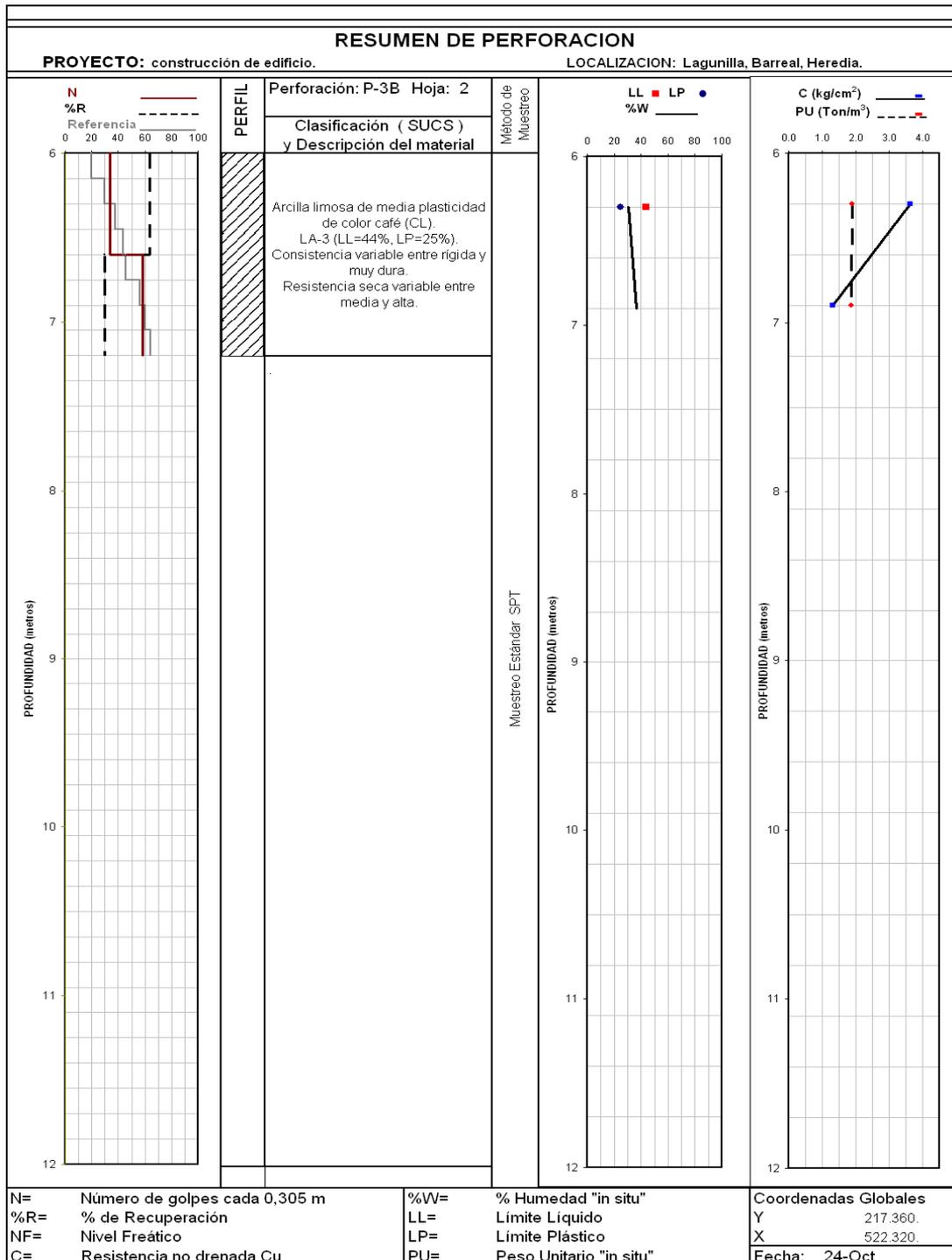




PERFORACIÓN P-2 (OTS-0215)

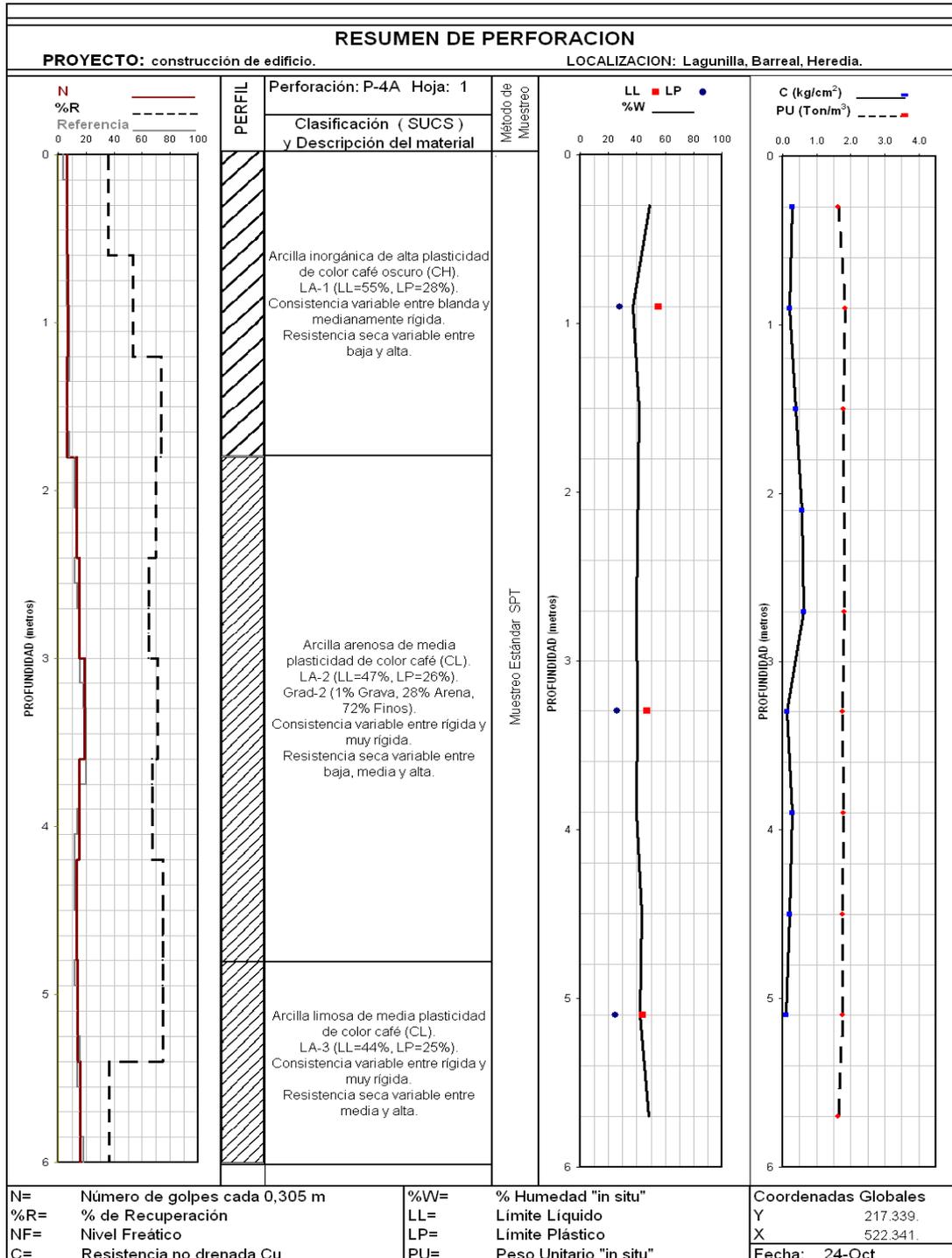


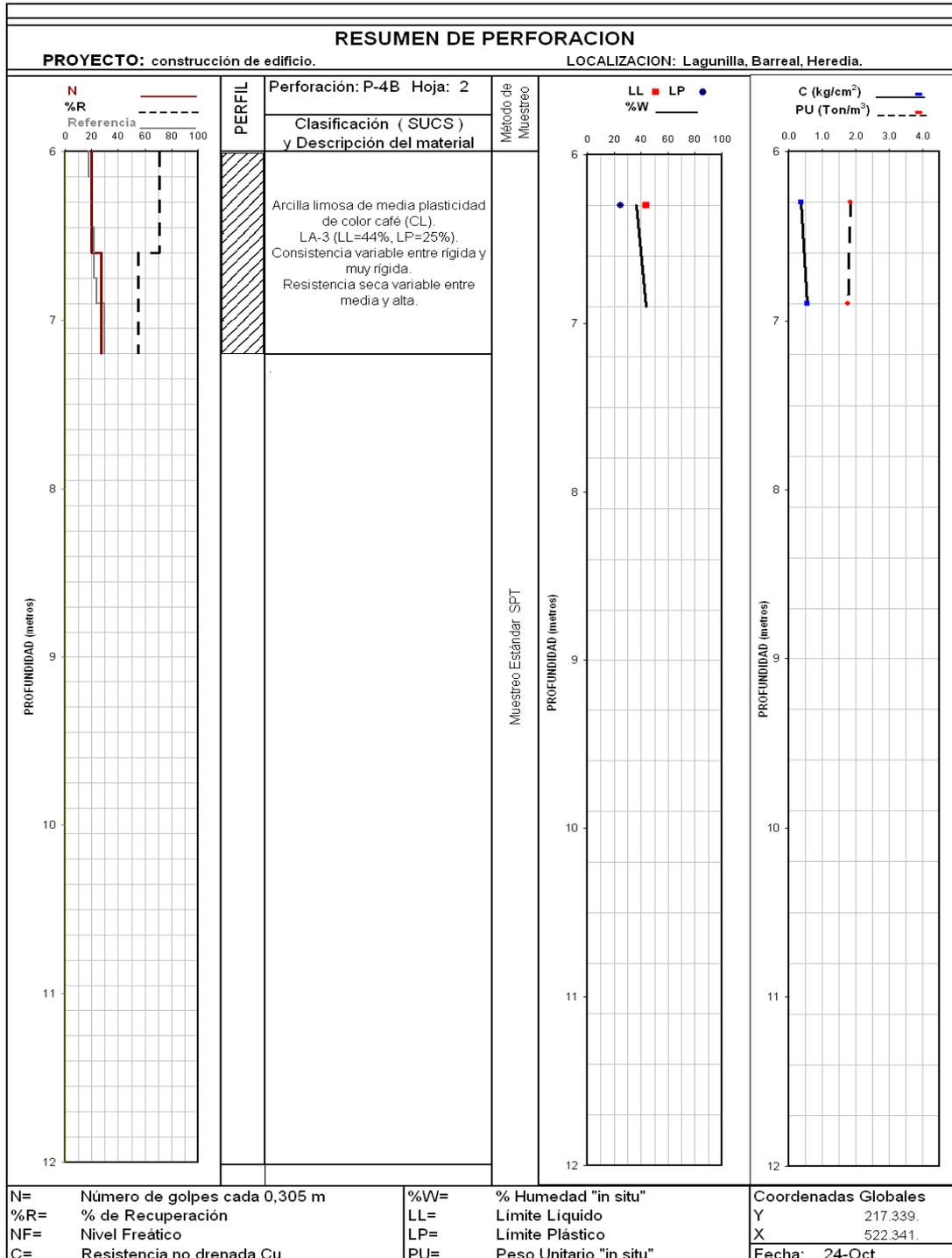




PERFORACIÓN P-3 (OTS-0215)

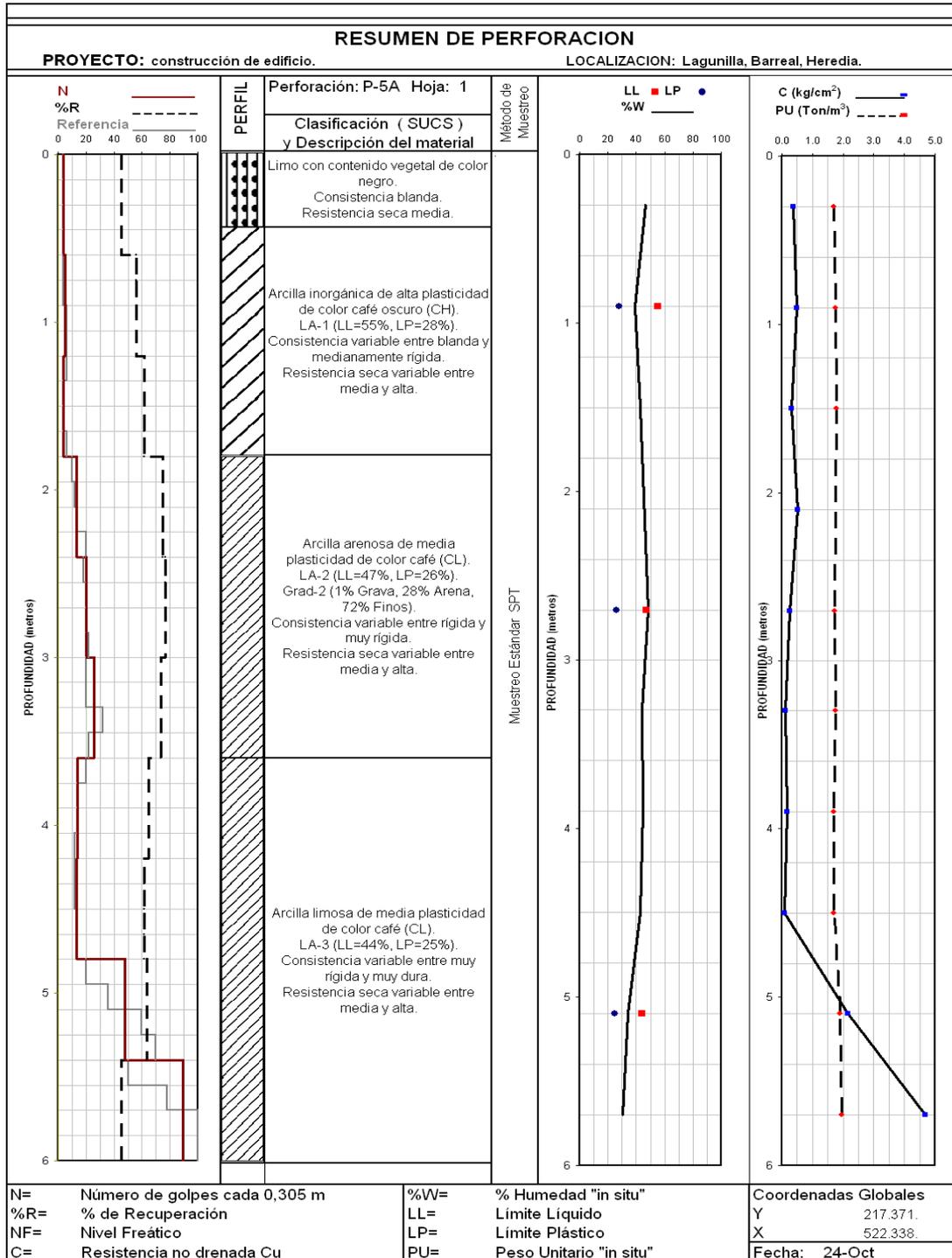






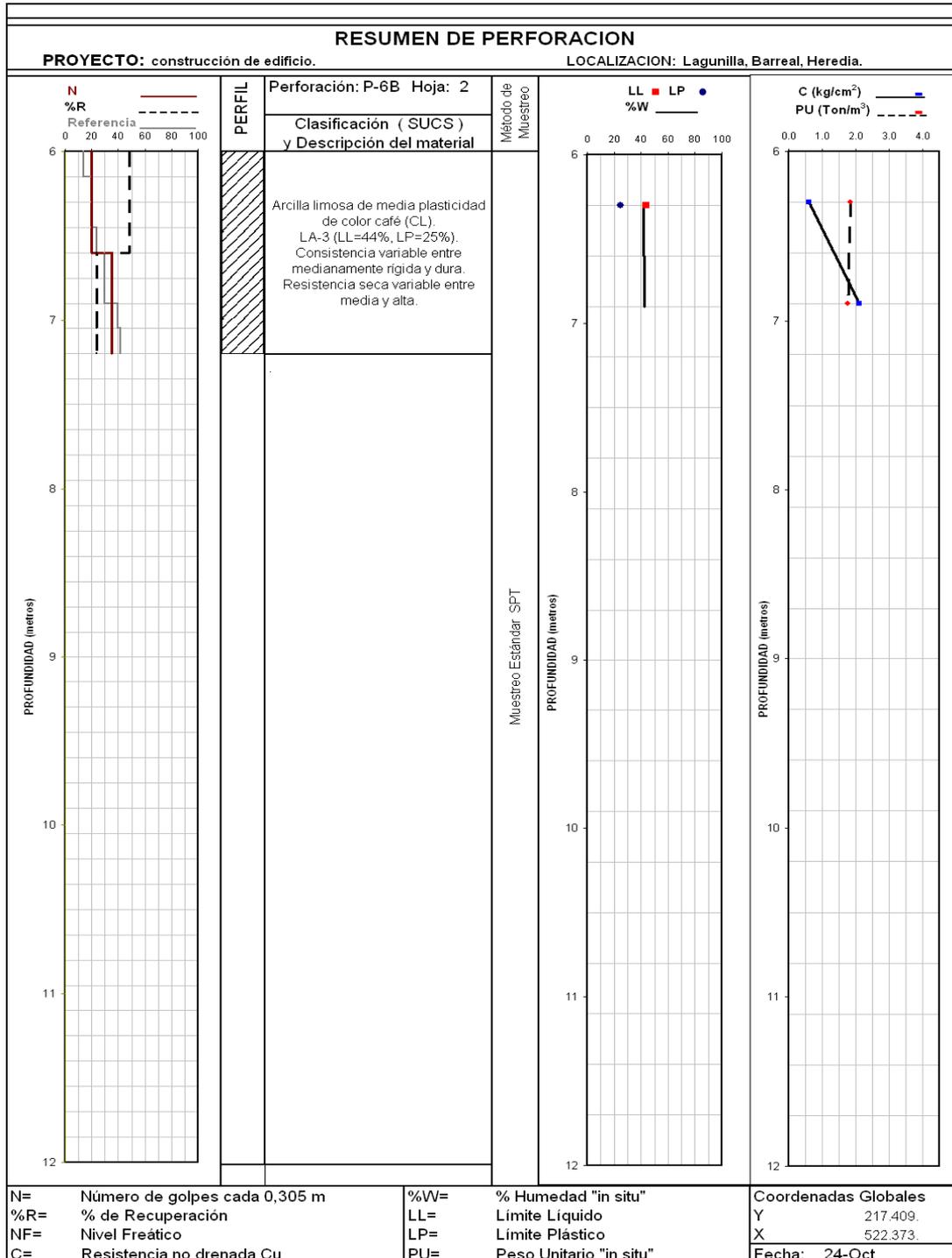
PERFORACIÓN P-4 (OTS-0215)





PERFORACIÓN P-5 (OTS-0215)





PERFORACIÓN P-6 (OTS-0215)



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 – 0,60	2*
	0,60 – 1,20	4*
	1,20 – 1,80	8
	1,80 – 3,00	10**
	3,00 – 4,80	6
	4,80 – 5,40	15
	5,40 – 6,60	18
	6,60 – 7,20	20
P-2	0,00 – 0,60	3*
	0,60 – 1,80	4*
	1,80 – 3,60	10**
	3,60 – 6,00	8
	6,00 – 6,60	18
	6,60 – 7,20	20
P-3	0,00 – 0,60	2*
	0,60 – 1,20	4*
	1,20 – 1,80	8
	1,80 – 3,00	10**
	3,00 – 5,40	8
	5,40 – 6,00	12
	6,00 – 6,60	18
	6,60 – 7,20	20
P-4	0,00 – 1,80	4*
	1,80 – 6,00	10
	6,00 – 6,60	15
	6,60 – 7,20	18

* Suelos de consistencia blanda no adecuados para cimentar estructuras de manera convencional.

** Se debe considerar que existe un estrato inferior de menor capacidad soportante que rige el diseño.

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

* Suelos de consistencia blanda no adecuados para cimentar estructuras de manera convencional.

** Se debe considerar que existe un estrato inferior de menor capacidad soportante que rige el diseño.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Recomendaciones generales

En la zona investigada, se han encontrado suelos de grano fino de características arcillosas y arcilloso-limosos, los cuales presentan una consistencia variable.

Se observa que existe una capa superior de un espesor variable entre 1,2 m y 1,8 m que presenta una consistencia blanda, bajo la cual subyacen suelos de mejor comportamiento mecánico. Sin embargo, se debe tener en cuenta que a una profundidad entre aproximadamente 3 m y 3,6 m existe una capa en la que decaen las características de resistencia.

En el apartado 5 de este informe se presentan las características físicas y mecánicas de los suelos encontrados en los sitios de las investigaciones. En el apartado 6, se presentan las capacidades soportantes del terreno de acuerdo con la profundidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para los edificios de dos niveles que se proyectan en la zona de estudio, se recomienda cimentar a una profundidad de desplante de 0,90 m y apoyar las placas sobre un relleno de sustitución de un espesor mínimo de 1,0 m, es decir, se debe alcanzar una profundidad total mínima de 1,9 m con respecto al nivel actual del terreno. El relleno de sustitución debe tener un área igual a 1,5 veces el área de la placa y se debe construir utilizando lastre compactado 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 10 ton/m² con un factor de seguridad igual a 3,0.

Se debe verificar la capacidad soportante en el fondo de las excavaciones mediante pruebas con penetrómetro dinámico, ésta no debe ser inferior a 7 ton/m².

Se debe canalizar y orientar adecuadamente todas las aguas superficiales para evitar que eventuales infiltraciones alteren las características de los suelos.

7.2 Recomendaciones para pisos

Para pisos, se recomienda remover toda capa con contenido vegetal o de suelo meteorizado y colocar una capa de un espesor mínimo de 0,40 m de material de subbase compactada 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 muros de retención

Para el diseño de muros de retención se pueden utilizar los siguientes parámetros promedio del suelo:

- Ø Peso unitario húmedo: 1 750 kg/m³
- Ø Coeficiente de presión pasiva: 1,53
- Ø Coeficiente de presión activa: 0,65

Para disipar eventuales presiones hidrostáticas, se recomienda construir una pared de material granular en el paramento interno del muro o utilizar un geodrén. En cualquiera de los dos casos se debe colocar un tubo de drenaje en la parte baja con una adecuada salida de aguas.

7.5 Recomendaciones para taludes

En la zona no existen taludes que representen un riesgo por inestabilidad del terreno.

7.6 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 0,30 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. REFERENCIAS 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