

EVALUACION GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL DE HASTA  
28 OBRAS DE PROTECCION HIDRAULICA LOCALIZADAS  
EN LOS 11 MUNICIPIOS QUE CONFORMAN EL NUCLEO  
DE LA REGION DE LA MOJANA



PROTECCION DE ORILLA No. 1 Y No. 3 – ACHI

INFORME DE CARACTERIZACION GEOMETRICA Y  
GEOTECNICA DE LA ESTRUCTURA

SEPTIEMBRE - 2015

## IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

Nombre del proyecto:	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA Y ESTRUCTURAL DE HASTA 28 OBRAS DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA LOCALIZADAS EN LOS 11 MUNICIPIOS QUE CONFORMAN EL NÚCLEO DE LA REGIÓN DE LA MOJANA, QUE PERMITA OBTENER UN DIAGNOSTICO DETALLADO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LAS CITADAS ESTRUCTURAS	
Orden de trabajo:	202-001-15	
Nombre del Informe:	PROTECCIÓN DE ORILLA No. 1 ACHÍ Y PROTECCIÓN DE ORILLA No.3 ACHÍ INFORME DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	
Versión	Cambios Realizados	Fecha
0	Versión original	JUNIO 23 - 2015
1	Se realizaron cambios de acuerdo a las observaciones de la interventoría	JULIO 13 - 2015
2	Se realizaron cambios de acuerdo a las observaciones de la interventoría	JULIO 22 - 2015
3	Se realizaron cambios de acuerdo a las observaciones de la interventoría	SEPTIEMBRE 7 - 2015

## ELABORADO POR:

Versión	Nombre	Firma	Fecha
0	DAVID CASTRO CRUZ		JUNIO 23 - 2015
1	DAVID CASTRO CRUZ		JULIO 13 - 2015
2	DAVID CASTRO CRUZ		AGOSTO 10 - 2015
3	DAVID CASTRO CRUZ		SEPTIEMBRE 7 - 2015

## REVISADO POR:

Versión	Nombre	Firma	Fecha
0	DONALDO CASTILLA		JUNIO 23 - 2015
1	DONALDO CASTILLA		JULIO 13 - 2015
2	DONALDO CASTILLA		AGOSTO 10 - 2015
3	DONALDO CASTILLA		SEPTIEMBRE 7 - 2015

## APROBADO POR:

Versión	Nombre	Firma	Fecha
0	ALBERTO DURÁN		JUNIO 23 - 2015
1	ALBERTO DURÁN		JULIO 13 - 2015
2	ALBERTO DURÁN		AGOSTO 10 - 2015
3	ALBERTO DURÁN		SEPTIEMBRE 7 - 2015

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....</b>	<b>10</b>
2.1 GENERALIDADES DE ANTECEDENTES AL PROYECTO .....	10
2.2 INFORME FINAL DE CONTRATO DE INTERVENTORÍA ECOVIAS S.A.S (Ecovias S.A.S 2012) .....	10
2.3 ESTUDIO PREVIO DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE-INVÍAS .....	11
2.4 ESTUDIO PREVIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLÍN-INVÍAS.....	12
2.5 ESTUDIO PREVIO ENTRE EL DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. ....	13
2.6 OBRAS HIDRÁULICAS ALEDAÑAS A LAS PROTECCIONES DE ORILLA .....	13
<b>3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA .....</b>	<b>16</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA .....</b>	<b>18</b>
4.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL .....	18
4.1.1 Geoformas de montículos y laderas Denuadas .....	19
4.1.2 Ambiente Fluvial y lagunar .....	19
4.2 ESTRATIGRAFÍA .....	21
4.2.1 ROCAS SEDIMENTARIAS .....	21
4.3 CONDICIONES SÍSMICAS DE LA ZONA.....	25
<b>5. CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LAS PROTECCIONES DE ORILLA NO. 1 Y NO. 3 ...</b>	<b>28</b>
5.1 RESUMEN DE LAS ZONAS GEOMÉTRICAS.....	29
5.2 Descripción de las zonas.....	30
5.2.1 Zona 1 (Abs. K0+000 – K0+205) .....	30
5.2.2 Zona 2 (Abs. K0+205 – K0+302) .....	31
5.2.3 Zona 3 (Abs. K0+302 – K0+344) .....	32
5.2.4 Zona 4 (Abs. K0+344 – K1+063) .....	33
<b>6. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....</b>	<b>35</b>
6.1 EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS.....	35
6.2 EQUIPOS DE PERFORACIÓN .....	35
6.3 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	36
6.4 NIVEL FREÁTICO .....	38
6.5 CRITERIOS DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA .....	38
6.6 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	42

6.6.1	Estrato superficial: Arcillas magras con arena de color marrón, humedad media, plasticidad media, consistencia firme, y trazas de materia orgánica.....	42
6.6.2	Depósito aluvial fino: Arcillas magras de color verde oliva, de consistencia blanda, humedad alta, plasticidad baja y con poca materia orgánica. ....	46
6.6.3	Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas sueltas de color gris, humedad baja, densidad suelta. ..	50
6.6.4	Depósito aluvial arenoso denso: Arenas pobremente gradadas con limos de color pardo fuerte, estado densas, y de humedad baja. ....	53
6.6.5	Resumen de la clasificación de los estratos. ....	55
6.7	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	56
6.8	PARÁMETROS MECÁNICOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	58
6.8.1	Estrato superficial: Arcillas magras con arena .....	58
6.8.2	Estrato Aluvial fino: Arcillas magras .....	59
6.8.3	Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas sueltas .....	61
6.8.4	Depósito aluvial arenoso denso: Arenas pobremente gradada con limos.....	62
6.8.5	Resumen de los parámetros de resistencia para los estratos. ....	62
6.9	PARÁMETROS DE DEFORMABILIDAD DE LOS ESTRATOS.....	63
6.9.1	Determinación del módulo de Young y del Poisson para los materiales presentes en la zona. ....	63
6.9.2	Determinación de los parámetros para valorar el comportamiento por consolidación .....	64
6.10	PERMEABILIDAD DE LOS ESTRATOS .....	65
7.	CONCLUSIONES.....	68
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Registro fotográfico del proceso de construcción de la Protección de orilla No. 1 en el sector de José Bravo. De izquierda a derecha y de arriba hasta abajo: Hincamiento de pilotes, arriostamiento de tuberías, llenado de tuberías hincadas, colocación de bolsacretos en el núcleo, colocación del manto anti socavación, y estructura final (Ecovias S.A.S 2012).	11
Figura 2-2. Dique entre la población de Achí y Majagual. Zona cercana a las protecciones de orilla estudiadas.	14
Figura 2-3. Sectores donde el dique está en contacto con el río Cauca.	15
Figura 3-1. Ubicación de la zona de La Mojana dentro el territorio norte de Colombia.	16
Figura 3-2. Ubicación general de las Protecciones de Orilla 1 y 3 en la zona de La Mojana.	17
Figura 4-1. Mapa de Rangos de Pendientes en el área de la Mojana (Modificado de Romero, 2012).	18
Figura 4-2. Morfología de planicie con ondulaciones suaves, incisadas levemente, en el Grupo Sincelejo. Visual al SW. Sector Los cayitos entre estaciones AMM-100 y LTG-002. Municipio de Caimito. 1471381m.N, 882183m.E.	19
Figura 4-3. Morfología de montículos con laderas convexas y baja pendiente en sedimentos del Abanico de La Mojana. Vista hacia el E. Estación LTG-0030, 1463308m.N, 918306m.E.	20
Figura 4-4. Geoforma de Llanura de inundación. Estación Campo Alegre. Vista al N. Estación ABM-0118. Coordenadas 1478484m.N, 930924m.E.	20
Figura 4-5. Geoforma lacustre. Sector Isla del Coco. Estación AMM-0133. Vista al W. Coordenadas 1476098m.N, 916306m.E.	21
Figura 4-6. Relieve levemente ondulado asociado al Grupo Sincelejo. Sector Las Tuluas. Vista al NE. Estación AMM 101. Coordenadas 1471066m.N, 884587m.E y 1470627m.N.	22
Figura 4-7. Detalle de conglomerados, areniscas conglomeráticas a arcillosas y arcillolitas arenosas cantera Las Mercedes. Hacienda Santo Domingo. 100 m al sur de la Estación AMM-0101. Coordenadas, 1470627m.N, 884587m.	23
Figura 4-8. Delimitación del Abanico Aluvial de la Mojana, (contorno línea amarilla) sobre el DEM.	24
Figura 4-9. Delimitación de las zonas del abanico, proximal, media y distal siguiendo la definición de Blissenbach (1954).	25
Figura 4-10. Zonas de amenaza sísmica según la norma sismo resistente del 2010.	26
Figura 4-11. Tabla de valores de aceleración y velocidad en roca de acuerdo al código Colombiano.	26
Figura 4-12. Mapa de valores Aa derecha, y de Av izquierda, en el territorio colombiano según la NSR-10.	27
Figura 5-1. Criterios de zonificación.	29
Figura 5-2. Vista en planta del tramo de estudio, donde se presenta la división por zonas geométrica.	29
Figura 5-3. Fotos con indicaciones de la geometría de la protección de orilla No.1 correspondiente a esta zona.	30
Figura 5-4. Esquema de la geometría de la protección de orilla No.1 donde se observa la geometría general y los dientes que entran al terreno, fotos del informe de diseño de la estructura (Ecovias S.A.S 2012).	31
Figura 5-5. Inspección cercana del acero donde se aprecia su deterioro químico (corrosión).	31
Figura 5-6. Zona entre las dos protecciones de orilla estudiadas y el dique está en contacto con el río.	32
Figura 5-7. Zona 3 correspondiente a la protección de orilla No.3 Achí.	33
Figura 5-8. Zona entre las dos protecciones de orilla estudiadas y el dique está en contacto con el río.	34
Figura 6-1. Foto del equipo de perforación Sísmico III.	36
Figura 6-2. Gráfica del nivel freático a lo largo del tramo de estudio.	38
Figura 6-3. Cuadro general de clasificación de suelos (ASTM D2487 2011).	39
Figura 6-4. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH2-3 donde se aprecia el estrato superficial.	43
Figura 6-5. Ubicación de los casos evaluados en la carta de Casagrande para el estrato superficial.	44
Figura 6-6. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH2-3 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para el estrato superficial.	45
Figura 6-7. Resultados del ensayo de Pin Hole donde se examina la dispersividad del estrato superficial.	46
Figura 6-8. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH-3 donde se aprecia el depósito aluvial fino.	47
Figura 6-9. Ubicación de los casos evaluados en la carta de Casagrande para el estrato aluvial fino.	48

Figura 6-10. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH-3 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para depósito aluvial fino. ....	49
Figura 6-11. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH2-2 donde se aprecia el depósito aluvial arenoso suelto. ....	51
Figura 6-12. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH2-2 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para depósito aluvial granular suelto. ....	52
Figura 6-13. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH-4 donde se aprecia el depósito aluvial arenoso denso. ....	53
Figura 6-14. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH-4 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para depósito aluvial granular denso. ....	55
Figura 6-15. Zonificación geotécnica del suelo de fundación de la protección de orilla No. 1 y No. 3 en el tramo de estudio. ....	57
Figura 6-16. Bosquejos de la posición de los estratos en las diferentes zonas geotécnicas en la zona en el tramo de estudio. ....	57
Figura 6-17. Correlaciones para arcillas basándose en el SPT encontrado. Izquierda Sowers (1954), derecha Yilmaz (2000). ....	59
Figura 6-18. Ángulo de fricción de arenas para de acuerdo a NAVFAC DM-7. ....	61
Figura 6-19. Correlación entre el límite líquido y el índice de compresión. ....	64
Figura 6-20. Coeficiente de consolidación en función del límite líquido. ....	65
Figura 6-21. Correlación para determinar la permeabilidad en arcillas. ....	66
Figura 6-22. Correlación de permeabilidad para arenas basándose en la densidad relativa y el tamaño de partículas. ....	67

## LISTA DE TABLAS

Tabla 5-1. Resumen de la zonificación geométrica realizada en el tramo de estudio. ....	30
Tabla 6-1. Resumen de perforaciones con recobro ejecutados sobre las protecciones de orilla No.1 y No.3 de Achí. ....	35
Tabla 6-2. Maquinaria usada en cada una de las perforaciones. ....	36
Tabla 6-3. Resumen de las normas utilizadas para la realización de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas de las exploraciones hechas en este tramo del tramo de estudio. ....	37
Tabla 6-4. Primera parte del resumen de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas de las exploraciones hechas en este tramo de la protecciones de orilla. ....	37
Tabla 6-5. Segunda parte del resumen de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas de las exploraciones hechas en este tramo de estudio. ....	38
Tabla 6-6. Descripción por tamaño para partículas no sean clasificadas como arenas o gravas (Budhu 2007). ....	39
Tabla 6-7. Criterios de clasificación según la humedad natural reportada en campo ....	39
Tabla 6-8. Criterios para clasificar la plasticidad del material. ....	40
Tabla 6-9. Criterios para clasificar la consistencia de suelos cohesivos. ....	40
Tabla 6-10. Criterios para clasificar la densidad de suelos granulares Terzagui y Peak (1948). ....	40
Tabla 6-11. Criterios de clasificación de suelos según la materia orgánica (Huang, y otros 2008). ....	41
Tabla 6-12. Requisitos del INVIAS para suelos que conforman un terraplén (INVIAS 2007). ....	41
Tabla 6-13. Criterios para describir la cantidad de materiales orgánicos (Indiana Department of Transportation 2010). ....	41
Tabla 6-14. Criterios de caracterización para calificar la resistencia de materiales a la tubificación (Sherard, y otros 1963). ....	42
Tabla 6-15. Resumen de ensayos de granulometría para el estrato superficial. ....	43
Tabla 6-16. Clasificación de los suelos que conforman el estrato superficial según la clasificación SUCS. ....	44
Tabla 6-17. Ensayos de resistencia In situ para el estrato superficial. ....	44
Tabla 6-18. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el estrato de suelo superficial. ....	45
Tabla 6-19. Análisis de dispersividad para el estrato superficial. ....	45
Tabla 6-20. Resumen de ensayos de gravedad específica para el estrato superficial. ....	46
Tabla 6-21. Resumen de ensayos de granulometría para el depósito aluvial fino. ....	47
Tabla 6-22. Clasificación de los suelos que conforman el depósito aluvial fino según la clasificación SUCS. ....	48
Tabla 6-23. Ensayos de resistencia In situ para el depósito aluvial fino. ....	48
Tabla 6-24. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el depósito aluvial fino. ....	49
Tabla 6-25. Resumen de ensayos de materia orgánica y gravedad específica para el depósito aluvial fino. ....	50
Tabla 6-26. Resumen de ensayos de granulometría para el depósito aluvial arenoso suelto. ....	51
Tabla 6-27. Clasificación de los suelos que conforman el depósito aluvial arenoso suelto según la clasificación SUCS. ....	51
Tabla 6-28. Ensayos de resistencia In situ para el depósito aluvial arenoso suelto. ....	51
Tabla 6-29. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el depósito aluvial arenoso suelto. ....	52
Tabla 6-30. Resumen de ensayos de materia orgánica y gravedad específica para el depósito aluvial arenoso suelto. ....	53
Tabla 6-31. Resumen de ensayos de granulometría para el depósito aluvial arenoso suelto. ....	54
Tabla 6-32. Clasificación de los suelos que conforman el depósito aluvial arenoso denso según la clasificación SUCS. ....	54
Tabla 6-33. Ensayos de resistencia In situ para el depósito aluvial arenoso denso. ....	54
Tabla 6-34. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el depósito aluvial arenoso denso. ....	55
Tabla 6-35. Resumen de caracterización geotécnica, primera parte. ....	56
Tabla 6-36. Resumen de caracterización geotécnica, segunda parte. ....	56
Tabla 6-37. Resumen de la estratigrafía del tramo estudiado para las protecciones de Orilla No.1 y No.3 Achí. ....	58
Tabla 6-38. Zonificación global que resume la zonificación geotécnica y geométrica. ....	58
Tabla 6-39. Resultados de la resistencia al corte drenada por ensayo de laboratorio para el estrato superficial. ....	58
Tabla 6-40. Resultados de los ensayos de laboratorio para peso unitario para el estrato Superficial. ....	59

Tabla 6-41. Resultados de la resistencia al corte no drenada y drenada por ensayo de laboratorio para el estrato aluvial fino. ....	60
Tabla 6-42. Resistencia al corte no drenada determinada con ensayos de compresión inconfiada. ....	60
Tabla 6-43. Resultados de los ensayos de laboratorio para peso unitario para el estrato aluvial fino. ....	61
Tabla 6-44. Resultados de los ensayos de laboratorio para peso unitario para el estrato aluvial fino. ....	62
Tabla 6-45. Resumen de los parámetros de los estratos para desarrollar un modelo de Mohr coulomb. ....	63
Tabla 6-46. Módulo de elasticidad (Es) y de Poisson (v) de los estratos en el tramo de estudiado. ....	64
Tabla 6-47. Resumen de los resultados de consolidación para cada estrato. ....	65
Tabla 6-48. Determinación de la permeabilidad para estratos arcillosos de las protecciones de orilla Achí. ....	66

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Formatos de inspección de campo.
- Anexo B. Planos en planta de zonificación geométrica y localización de perforaciones.
- Anexo C. Perfil Geológico- Geotécnico, con base en resultados de exploraciones.
- Anexo D. Cuadro de resumen de caracterización geotécnica.
- Anexo E. Propiedades índices de los materiales.
- Anexo F. Ensayos de laboratorio, registros de perforación, y registro fotográfico.
- Anexo G. Corrección de SPT



## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe es parte del contrato número 200 de 2014 entre el Fondo de Adaptación y la empresa Suelos Ingeniería S.A.S para la evaluación geotécnica y estructural de 28 obras de protección hidráulica en la zona de la Mojana. El objetivo específico del estudio es obtener insumos geotécnicos que permitan posteriormente determinar la vida útil remanente de las estructuras, su capacidad de regulación hidráulica, y las cantidades y las dimensiones de las obras necesarias para garantizar el funcionamiento de las mismas durante escenarios de amenaza. Este informe corresponde a la caracterización geotécnica del sector donde se encuentra la estructura correspondiente a las Protecciones de Orilla en Achí, la primera estructura está formada con espolones adosados en base de pilotes metálicos bolsacretos que están hincados y sobresalen para formar una estructura. La segunda estructura se conforma por un tablestacado que está situado en la orilla del río reduciendo la corriente en este punto. Estas protecciones corresponden a la Protección de Orilla No.1 y la protección de Orilla No. 3 que pertenece a las 28 obras de protección hidráulica analizadas en este estudio. La protección de orilla número 3 se ubicó en correspondencia con el oficio 34 del 31 de marzo del 2015.

Las protecciones de orilla metálicas y de tablestacado, Protección de orilla No.1 y No. 3 respectivamente, serán caracterizadas en este informe de manera conjunta debido a su proximidad y a que ambas protecciones de orilla presentan suelos con características similares. Al caracterizar estas estructuras en un mismo informe se puede comparar una mayor cantidad de información de los estratos presentes en la zona, y con esto obtener una caracterización geotécnica más precisa.

Con base en la información obtenida de este informe, se procederá con los análisis de estabilidad geotécnicos pertinentes para determinar las condiciones actuales de la estructura. Así mismo una vez ejecutados los análisis de estabilidad se procederá a hacer diseños a nivel de ingeniería básica del reforzamiento o remplazo de las estructuras, de ser necesario.

El reconocimiento y la evaluación de la protección de orilla con tubos metálicos, y en tablestacados cercanos a la población de Achí, fueron realizados por la visita de campo de ingenieros geotecnistas. Debido a la proximidad de ambas estructuras se realizó una sola caracterización presentada en este informe que incluye las estructuras protección de orilla No. 1 Achí y la protección de orilla No.3 Achí. Las exploraciones geotécnicas en esta zona están compuestas de sondeos por percusión o con rotación según cada caso de exploración y por ensayos "in situ" tipo SPT. Las muestras obtenidas fueron estudiadas en el laboratorio de Suelos Ingeniería SAS donde se determinaron sus propiedades mecánicas e hidráulicas, las cuales son presentadas en este informe.

Posteriormente, basándose en los resultados de laboratorio y en la caracterización geotécnica del área evaluada, se realizó una zonificación del tramo estudiado, lo que permite un mejor análisis de la información obtenida. En el informe se presentan los criterios de zonificación, junto con la evaluación de campo y características de cada zona.

El informe muestra todos los resultados mencionados dando inicio a la etapa de evaluación del estado geotécnico actual de la zona donde se encuentra emplazada la protección de orilla con tubos metálicos y la protección de orilla con tablestacados. Este es el primer paso para determinar los puntos donde es necesaria una intervención para garantizar la protección de la zona contra amenazas por inundación.

## **2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

### **2.1 GENERALIDADES DE ANTECEDENTES AL PROYECTO**

El municipio de Achí se encuentra en una región próxima al río Cauca que ha presentado diversas inundaciones en los últimos años. En el 2005 se desbordó el río Cauca afectando a cerca de 72,000 personas en la región, y adicionalmente se afectaron diferentes actividades económicas en la Mojana. En el 2010 una nueva temporada invernal afectó la región y ocasionó distintos rompederos entre los que se encuentra el rompedero en el sector llamado José Bravo en el municipio de Majagual Sucre. Debido a estos desastres naturales que han afectado a la población de la región, el estado declaró la urgencia manifiesta en distintos sectores para realizar la rehabilitación de la región en general.

Como se mencionó durante el 2010 el sector evaluado en este informe falló presentando un desbordamiento el río Cauca. Este incidente incomunicó las poblaciones de Achí, rompiendo su comunicación con Majagual y Guaranda. Inicialmente el incidente fue atendido por la alcaldía de Majagual cerrando la zona provisional con préstamo lateral de material. Posteriormente se contrató la construcción de una estructura reforzada que evitara un futuro rompimiento del tramo. Este proyecto será analizado con más detenimiento en la sección 2.2.

### **2.2 INFORME FINAL DE CONTRATO DE INTERVENTORÍA ECOVIAS S.A.S (ECOVIA S.A.S 2012)**

Este informe realizado en el 2012 resume los diseños y la construcción de dos estructuras realizada para reparar y mitigar los riesgos de rompimiento en futuras inundaciones (Ecovias S.A.S 2012). El estudio fue realizado para el INVÍAS y resume los trabajos realizados en la Mojana, específicamente en las zonas de Santa Anita, y el sitio llamado José Bravo. En este informe se muestran los estudios y diseños que se realizaron para estos sitios. Este informe es de alta relevancia en el estudio desarrollado en el actual informe ya que muestra la información de la construcción de la Protección de Orilla Achí No.1.

En el sector de José Bravo se reforzó el sitio con la construcción de una protección de orilla. La construcción se realiza por medio de cinco actividades principales que serán explicadas a continuación. El hincamiento de pilotes corresponde a la primera actividad, en esta se usaron pilotes de acero de 27 metros de longitud con un diámetro de 30 cm. Para el hincamiento se usó un martinete de 32 toneladas. Esta obra de manera general empotra cada pilote 18 metros en el suelo y deja un borde libre de 9 metros. Los pilotes fueron hincados a una distancia que varía entre 90 cm y 120 cm medidos desde el borde del pilote. Para el análisis de cada pilote se tomó en cuenta la fricción del pilote y la resistencia en la punta. Basándose en esto la capacidad de carga de cada pilote se estimó con un factor de seguridad de dos (2).

Posteriormente se colocaron arriostres en la superficie libre de los pilotes. Estos fueron soldados entre sí con especificaciones internacionales y sus uniones fueron certificadas por la interventoría. Los pilotes hincados que son cilindros de acero fueron llenados con concreto en su interior. El núcleo de la estructura se rellenó con bolsacretos tipo PAVCO 1401 o similar de 2x4 x1.8 x 0.35 que fueron llenados con una mezcla de 17 MPa. Para la colocación de estas bolsas se apoyó en personal como buzos para garantizar su buen acomodamiento. Finalmente a esto se colocó un manto anti socavación en la parte anterior al río.

En la Figura 2-1 se presenta un registro fotográfico de las distintas actividades realizadas en la construcción de esta estructura.



**Figura 2-1. Registro fotográfico del proceso de construcción de la Protección de orilla No. 1 en el sector de José Bravo. De izquierda a derecha y de arriba hasta abajo: Hincamiento de pilotes, arriostramiento de tuberías, llenado de tuberías hincadas, colocación de bolsacretos en el núcleo, colocación del manto anti socavación, y estructura final (Ecovias S.A.S 2012).**

En este estudio se presentan adicionalmente levantamientos topográficos y memorias de cálculo que serán tenidas en cuenta en la caracterización y futuros procesos del estudio desarrollado por Suelos Ingeniería. En la información encontrada no se encuentra información sobre los suelos en esta zona.

## 2.3 ESTUDIO PREVIO DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE-INVÍAS

La universidad del norte evaluó el tramo de estudio en un convenio entre el Instituto Nacional de Vías, y la Universidad del Norte, el cual fue finalizado en el 2012 (Universidad del Norte 2012). Este estudio fue realizado para determinar las condiciones físicas en la parte baja del río Cauca, específicamente entre Caucasia hasta la zona en que este río

desemboca en el río Magdalena. Las condiciones físicas que se evalúan corresponden a la demanda que hace el río sobre los distintos bordes. De manera general, en este proyecto se realizaron las actividades y objetivos que se muestran a continuación.

- Estudios de geología, geomorfología y dinámica fluvial.
- La valoración económica de la región y un estudio de los sistemas de transporte del sitio.
- La caracterización hidráulica y de sedimentología con información suministrada por el IDEAM.
- Inventario de las estructuras hidráulicas en la zona que tengan como objetivo regular el río Cauca.
- Modelación física de las estructuras hidráulicas, encontradas en las proximidades al río Cauca. Estas valoraron el estado de las estructuras en el momento del estudio.
- Un plan de acciones en el corto, el mediano, y el largo plazo.

Para cumplir los objetivos hidráulicos la universidad realizó levantamientos batimétricos al río, aforos al río, y análisis de muestras sobre el lecho del río. Con estos datos se estudió los cambios en el caudal del río en diferentes puntos bajo diferentes circunstancias. Esto permitió obtener en algunos puntos el esfuerzo de arrastre sobre las orillas y los niveles de agua en el río. Sin embargo la zona correspondiente a este informe no fue evaluada a profundidad en este estudio como se hizo en otros sectores.

Sobre el inventario realizado por la universidad se concluyó que: en general las estructuras no están en buen estado, la mayoría de las que son longitudinales no poseen un relleno adecuado, algunas estructuras se encuentran en sitios no apropiados para dar una correcta protección. Todas las estructuras carecen de mantenimiento. Los anclajes de las estructuras no poseen el mismo material que conforman el cuerpo en caso de las estructuras metálicas.

La evaluación determinó puntos de atención donde el estudio recomendó tomar medidas de atención. Entre las recomendaciones se encuentra incrementar el nivel de medidas sobre el río, y sobre la cuenca del mismo. Adicionalmente concluyó que hay zonas de alto interés debido a la física del río y a la vulnerabilidad de las orillas en esos puntos.

## **2.4 ESTUDIO PREVIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLÍN-INVIAS**

El estudio presentado en esta sección hizo una valoración de la zona de la Mojana con el fin de rediseñar y habilitar un sistema de control de inundaciones (Universidad Nacional de Medellín 2006). Para cumplir con esto el estudio presentó los análisis mencionados a continuación:

- Generalidades de la zona de estudio.
- Antecedentes del proyecto.
- Estudio geológico y geomorfológico de la región.
- Estudio de desarrollo histórico de la región y aspectos socioculturales.
- Estudios hidráulicos e hidrológicos de la Mojana.
- Diseños y medidas para las obras hidráulicas con el fin de mitigar el riesgo en las principales cabeceras municipales de la región.

En lo referente al dique marginal el cual termina en el municipio de Achí, este estudio recomendó realizar obras que prevengan la erosión del dique. Estas obras están encaminadas a prevenir la erosión y el rompimiento que el río pueda generar en el dique. El informe concluye que, estas obras son de importancia ya que la zona es propensa a inundaciones dada su topografía que genera divisiones del flujo del río en múltiples brazos. Adicionalmente el estudio señaló como de alta importancia la reconstrucción del dique en ciertas zonas. Dentro de estas obras se destacan, el cierre de Santa Anita, Nuevo Mundo, Potrero Nuevo y en San Jacinto. Algunas de estas obras de reconstrucción ya han sido ejecutadas a la fecha.

## **2.5 ESTUDIO PREVIO ENTRE EL DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.**

Este estudio realizado en el 2012 fue parte del convenio UN-DNP 336/2011 que tenía como objetivo general la revisión, la evaluación y las propuestas o conceptos para el diseño en la construcción del dique marginal entre Nechí y Achí (Universidad Nacional de Colombia 2011). Para realizar esta propuesta se incluyeron aspectos sociales, ambientales, y económicos. De manera general se realizaron las siguientes actividades para el desarrollo de este estudio.

- Se revisaron algunos de los diseños anteriores para el dique marginal.
- Se realizaron inspecciones de campo que abarcaron contactos con la comunidad y evaluación con expertos nacionales e internacionales del dique marginal.
- Se realizaron levantamientos batimétricos a lo largo del río.
- Se realizó un levantamiento topográfico en el sitio afectado por las inundaciones previas.
- Se hizo un estudio de dinámica fluvial sobre el río cauca.
- Se implementó el comportamiento del dique en un modelo hidráulico de la zona.
- Se hizo una parametrización de los cambios sociales, económicos, culturales, institucionales, y ambientales en el área de influencia del proyecto.
- Se hizo un estudio detallado del impacto ambiental que tendría la implementación de diversos diseños.

En cuanto al componente geotécnico de este informe, este evaluó la zona hasta astilleros por lo que no suministra información pertinente en la zona de Achí.

## **2.6 OBRAS HIDRÁULICAS ALEDAÑAS A LAS PROTECCIONES DE ORILLA**

Durante la realización del recorrido de inspección visual se tuvieron en cuenta todos y cada uno de los aspectos que estuviesen directa o indirectamente relacionados con el funcionamiento y la estabilidad de las protecciones de orilla. Como parte de este reconocimiento se tuvieron en cuenta las obras aledañas que se han efectuado. En el tramo de estudio se encontró una estructura la cual se presenta a continuación con su respectivo registro fotográfico.

La estructura encontrada corresponde a un dique en tierra que de acuerdo con la inspección visual realizada tiene una altura entre 4 y 5 metros en la zona que está próxima a las protecciones de orilla. Su pendiente aguas abajo es en general de 1.6H:1V. De acuerdo con la inspección visual y al procedimiento demarcado por la ASTM y aceptado por el INVIAS (ASTM D2488-09a 2009), el material del dique se conforma por limos de baja plasticidad con humedad media hasta alta humedad. Donde se aprecia el agua libre en el suelo. La consistencia de este material se encontraba entre



blanda a muy blanda lo cual indica que aparentemente es un material sin compactar. Es importante notar que en el día de la visita había llovido considerablemente la noche anterior lo que explica los resultados de consistencia y de humedad encontrados en campo. Esto puede indicar que la resistencia del dique es sensible a los contenidos de humedad. La geometría general de este dique se muestra en la Figura 2-2.



**Figura 2-2. Dique entre la población de Achí y Majagual. Zona cercana a las protecciones de orilla estudiadas.**

Este dique posee problemas por erosión por fuera de la zona donde la protección de orilla estudiada está presente. En estas zonas en algunos casos el río Cauca está en contacto directo con el dique lo que ha ocasionado una socavación muy pronunciada donde en la actualidad se tienen pendientes casi verticales. En la Figura 2-3 se muestra el caso mencionado anteriormente.

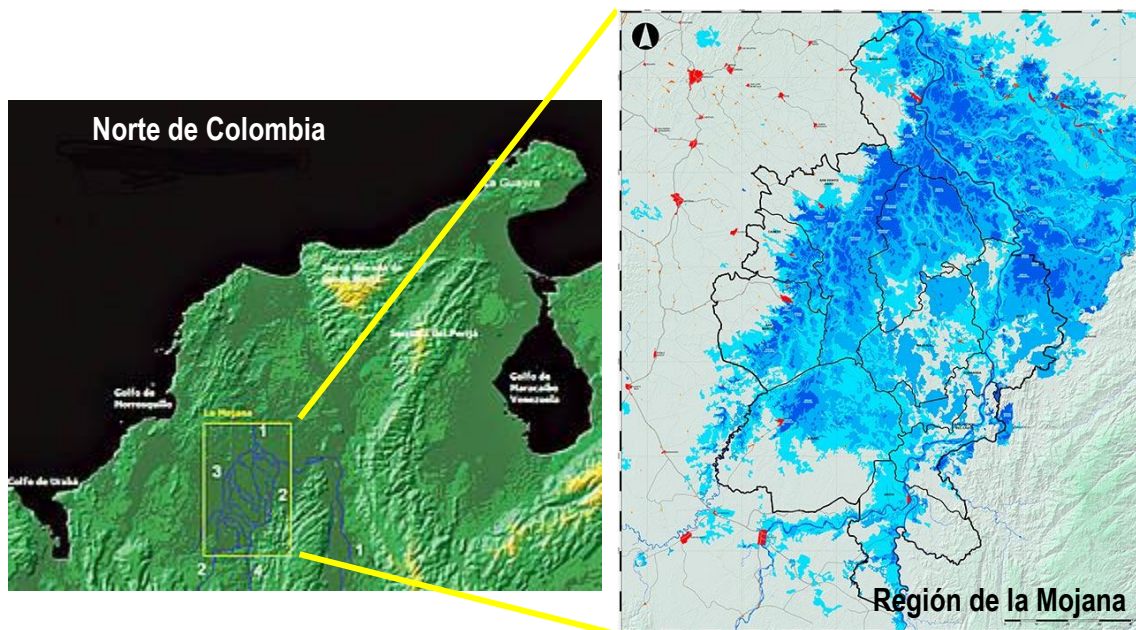


**Figura 2-3. Sectores donde el dique está en contacto con el río Cauca.**

En los sectores donde el dique y las protecciones de orillas son próximos, no se presenta socavación en la cara aguas arriba. Sin embargo al no haber bombeo en la corona del dique, la cara aguas abajo presenta evidencia de socavación leve como surcos.

### 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

La región de la Mojana pertenece a un gran complejo de humedales en la región Momposina (Figura 3-1). La Mojana ha cumplido la función de regular principalmente los caudales del río Cauca, del río San Jorge, y del río Magdalena. En épocas precolombinas las inundaciones permitían a los pobladores de la zona, tomar el sedimento de los ríos como abono para la agricultura. Durante la colonización española la ganadería fue tomando un lugar cada vez más importante dentro del marco regional y la zona se fue poblando cada vez más. Esto redujo la selva tropical en la zona, haciendo más vulnerables a las personas de la región a inundaciones. Adicionalmente se han desarrollado actividades mineras sobre el río, lo que ha incrementado la contaminación con mercurio de sobre el río.



**Figura 3-1. Ubicación de la zona de La Mojana dentro el territorio norte de Colombia.**

Las actividades económicas que se desarrollan en la región se han visto afectadas por el proceso natural del control del caudal en el río Cauca. Esto ha obligado a sus pobladores a interactuar con las inundaciones periódicas que presenta la región. Durante la etapa precolombina se habitaban ciertos lugares únicamente en verano. Además se construyeron algunos canales de agua y terraplenes con el fin de controlar las inundaciones. Durante los últimos años se han desarrollado grandes proyectos cercanos a la Mojana como es la represa de Urrá sobre el Río Sinú, y la vía Montería-Cerete-Lorica, además de varios diques y reforzamiento de orilla como las estudiadas en este informe.

Las protecciones de orilla estudiadas en este informe fueron realizadas sobre el rompedero de José Bravo. Estas protecciones de orilla tienen el objetivo de prevenir la socavación del dique en un punto crítico y evitar un posible desborde que afectaría a la zona de Achí. En la Figura 3-2 se muestra la región y la ubicación de ambas protecciones de orilla con respecto a los municipios de Achí y de Guaranda.





**Figura 3-2. Ubicación general de las Protecciones de Orilla 1 y 3 en la zona de La Mojana.**

Los geo-materiales del sitio son de naturaleza predominantemente cohesiva. El subsuelo está conformado por un depósito aluvial de limos con capas intercaladas de arena de grano fino, su consistencia es variable entre muy suave y media.

Entre los primeros días de junio un equipo de ingenieros especialistas en geotecnia hizo un recorrido de la estructura con el fin de hacer una inspección visual de la misma. Esta inspección tuvo el objetivo de revisar con detalle el estado actual de las protecciones de orilla, determinando los puntos donde se presentara deterioro y las condiciones que lo ocasionaron, sus dimensiones (de manera aproximada), las condiciones en sus vecindades y los mecanismos de protección en sus caras, entre otros.

Las zonas cercanas a la protección de orilla tienen en algunos casos actividad económica, siendo el uso primordial la agricultura. En otros casos, son zonas constantemente inundadas las cuales no tienen un uso antrópico alguno y presentan suelos de muy blando con materia orgánica considerable.

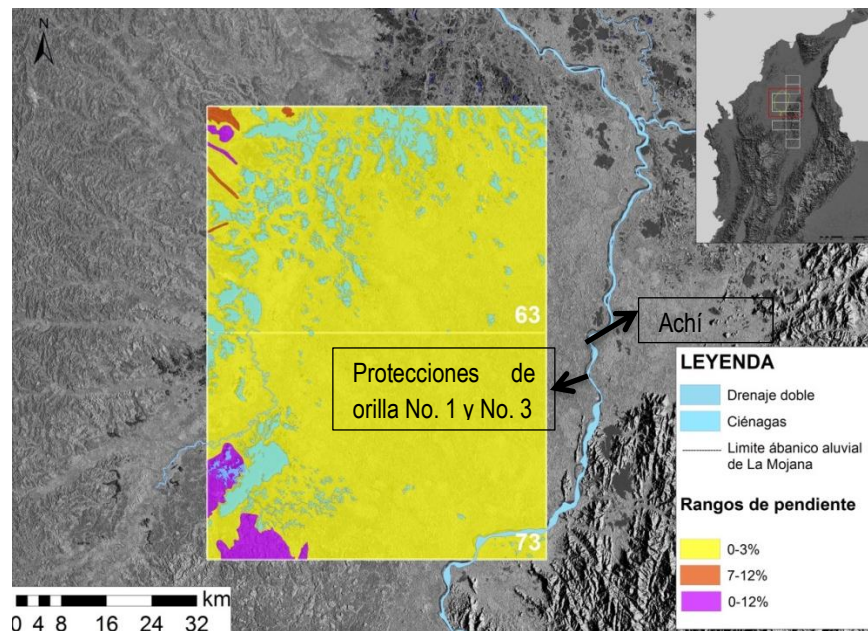
## 4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA

### 4.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

Para la caracterización geomorfológica de las unidades presentes en la Plancha 63-San Marcos se utilizó la metodología propuesta por Carvajal (2011) que se basa en la división de procesos endógenos y exógenos que a su vez son divididos en ambientes morfogenéticos estructural, denudativo, aluvial y lacustre.

En el área de la Mojana (Figura 2, modificada de Romero, 2012) se logran apreciar dos tipos de pendientes: pendientes menores del 3% (zona amarilla), se observan en el centro del área representando las zonas bajas inundadas (cuerpos de agua de las ciénagas) y las zonas inundables en épocas de invierno que al occidente se muestran como interdigitaciones que penetran en la otra zona (zona naranja), y su descripción es de zona plana a suavemente inclinada. Pendientes entre el 7 y 12% se observan en el extremo occidental y corresponden a la unidad sedimentaria del Grupo Sincelejo y se describe como una ladera inclinada.

Siguiendo con esta clasificación en toda el área de la plancha 63 – San Marcos, se tienen que el índice de relieve que presenta la zona es menor de 50 metros y se clasifica como un relieve muy bajo y la diferencia en la morfología permite establecer, un proceso geodinámica externo o exógeno con dos tipos de ambientes morfogenéticos asociados:



**Figura 4-1. Mapa de Rangos de Pendientes en el área de la Mojana (Modificado de Romero, 2012).**

El ambiente denudacional corresponde a geoformas generadas por la actividad de los procesos de meteorización, erosión, remoción en masa, sobre geoformas preexistentes.



#### 4.1.1 Geoformas de montículos y laderas Denudadas

Esta unidad se delimita claramente en las imágenes de satélite y en los recorridos de campo, sus características geomorfológicas son residuales erosionales, de relieve relativo bajo a muy bajo, con alturas menores de 50 metros en formas de montículos, con laderas planas a inclinadas de forma convexa y pendientes entre 3% y 12%, (Figura 4-2), cubre aproximadamente el 5% del área y se localiza al costado occidental de la plancha, es representativo de rocas sedimentarias del Grupo Sincelejo.



**Figura 4-2. Morfología de planicie con ondulaciones suaves, incisadas levemente, en el Grupo Sincelejo. Visual al SW. Sector Los cayitos entre estaciones AMM-100 y LTG-002. Municipio de Caimito. 1471381m.N, 882183m.E.**

#### 4.1.2 Ambiente Fluvial y lagunar

Corresponde a las geoformas generadas por procesos de erosión y sedimentación, creadas por corrientes de agua como ríos, arroyos y lagos.

##### **Geoforma de Abanico Aluvial**

Esta unidad geomorfológica se delimita claramente en las imágenes de satélite, geoforma asociada a depósitos cuaternarios producidos por los ríos Cauca y Nechí. Presenta un índice de contraste de relieve de muy bajo a bajo, levemente ondulado (Figura 4-3), ocasionalmente en montículos, con laderas planas a inclinadas de forma convexa y pendientes menores del 5%; cubre aproximadamente un 33% del área y se localiza en el centro de la plancha.



**Figura 4-3. Morfología de montículos con laderas convexas y baja pendiente en sedimentos del Abanico de La Mojana. Vista hacia el E. Estación LTG-0030, 1463308m.N, 918306m.E.**

#### **Geoforma de Llanura inundación.**

Se encuentra al noreste de la zona de estudio, en el área de influencia directa de la confluencia de los ríos Cauca y Magdalena, se caracteriza por ser una zona plana, sinuosa, con una amplitud promedio de 300 m, el índice de contraste en el relieve es muy bajo, es una zona de inundación actualmente activa en temporadas de alta pluviosidad.



**Figura 4-4. Geoforma de Llanura de inundación. Estación Campo Alegre. Vista al N. Estación ABM-0118. Coordenadas 1478484m.N, 930924m.E.**

#### **Geoformas de Lagos**

Corresponde a las geoformas generadas por los cuerpos de agua como lagos naturales que permanecen inundados (ciénagas, caños, etc.) o que se inundan periódicamente en las épocas de invierno en ambiente de sedimentación de

material fino con materia orgánica y los sedimentos son aportados por corrientes de ríos, quebradas, arroyos. Etc. En las áreas más bajas en el área de trabajo, esta geoforma cubre aproximadamente el 62% del total de la plancha y corresponde a los depósitos fluviolacustres (Figura 4-5).



**Figura 4-5. Geoforma lacustre. Sector Isla del Coco. Estación AMM-0133. Vista al W. Coordenadas 1476098m.N, 916306m.E.**

## **4.2 ESTRATIGRAFÍA**

En la Plancha 63-San Marcos afloran rocas sedimentarias estratificadas levemente litificadas y depósitos cuaternarios, estas condiciones de sedimentación presentan edades entre el Mioceno y el Holoceno.

### **4.2.1 ROCAS SEDIMENTARIAS**

Las rocas sedimentarias son el único tipo de rocas aflorantes en la Plancha 63 -San Marcos, están representadas principalmente por conglomerados y areniscas pertenecientes al Grupo Sincelejo y por arenas finas limos y arcillas de depósitos cuaternarios de origen aluvial como son los depósitos de llanura de inundación, abanico aluvial y lacustres, en la zona de estudio se destaca la formación explicada a continuación.

#### **4.2.1.1 Grupo Sincelejo (n2q1s)**

Se dividen el Grupo Sincelejo en tres unidades: una primera unidad de capas medias de cuarzoareniscas lodosas de tamaño fino, intercaladas con niveles arcillosos y gravas; una segunda unidad de areniscas conglomeráticas e intercalaciones de areniscas lodosas y la tercera unidad compuesta de areniscas que definen cinturones plegados y fallados. Rodríguez *et al.* (2012)

Estas se apegan a la definición dada por Clavijo & Barrera (2001) quienes dividen la Formación Sincelejo en miembro Sincelejo Inferior, Miembro Sincelejo Superior y Morroa. Apoyados por información de pozos y estudios de campo, ellos concluyen que la unidad que aflora en el área corresponde al Grupo Sincelejo. Bermúdez *et al.* (2012)

Estas se acogen a lo que Kassem *et al.* (1967) denominan miembro superior del Grupo Sincelejo lo que corresponde a la Formación Betulia (Clavijo y Barrera, 2001) pero aclaran que no se puede separar en formaciones porque se carece de suficiente información de superficie en la cartografía geológica. Zapata *et al.* (2013).

#### *Distribución Geográfica:*

La Formación Sincelejo aflora en el costado occidental del área de estudio, entre los cascos urbanos de los municipios de San Marcos al sur, Caimito y San Benito Abad al norte, cubre un área aproximada de 530 km<sup>2</sup> que corresponde al 22% del total del área de la plancha. Se observan afloramientos a lo largo de la vía que comunica a San Marcos con los municipios de Caimito y San Benito Abad.

#### *Características Morfológicas.*

La morfología observada en campo de esta unidad varía entre levemente ondulada a colinas muy bajas (Figura 4-6) corresponden a las zonas de mayor altura topográfica en la plancha, con pendientes entre el 3% y 12%. Las colinas están disectadas por acción de la erosión natural de las aguas, lluvias que disgregan el material y la acción del agua de escorrentía en el suelo con el consecuente transporte y sedimentación de éste.

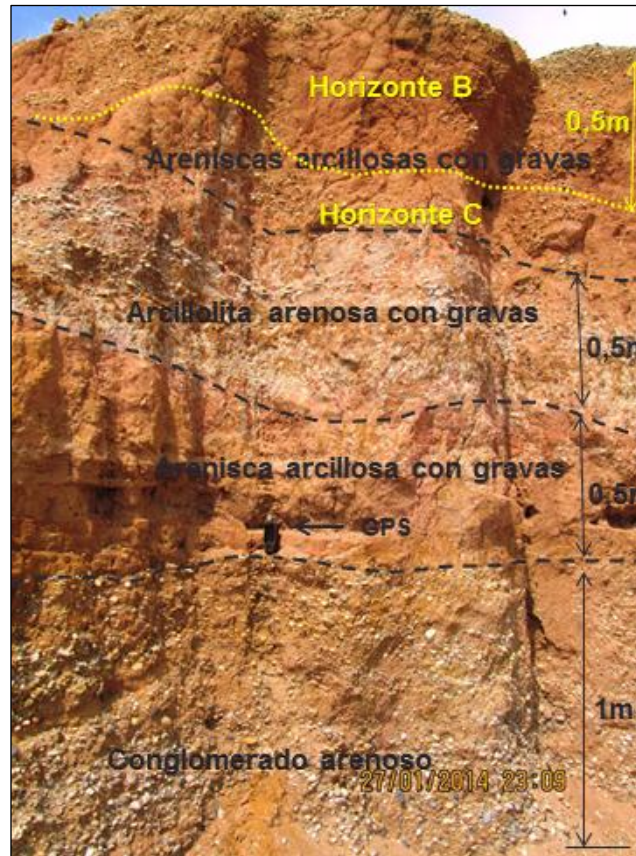


**Figura 4-6. Relieve levemente ondulado asociado al Grupo Sincelejo. Sector Las Tuluas. Vista al NE. Estación AMM 101. Coordenadas 1471066m.N, 884587m.E y 1470627mN.**

El Grupo Sincelejo está compuesto por algunos niveles que varían de conglomerados a areniscas conglomeráticas, areniscas arcillosas con gravas, y arcillolitas arenosas a arcillolitas, todas intercaladas entre sí en capas sub horizontales de espesores entre 0,1 m a 3 m., con una fuerte gradación lateral que hace que se presenten como capas lentiformes, además la falta de afloramientos dificulta determinar la continuidad de las capas en largas distancias, por lo tanto no se pudo definir una columna estratigráfica generalizada. Los sedimentos son polimícticos, mal seleccionados, subredondeados, subesféricos y su composición en general es de clastos de cuarzo blanco, chert, y líticos como lutitas, cuarcitas y esquistos; particularmente el Grupo Sincelejo en el área evidencia la presencia de fragmentos hasta de 15 cm de largo de Xilópalos. Los clastos presentan tamaño de grano entre arena gruesa a guijos, mal seleccionados, subredondeados, subesféricos, composicionalmente constituidos por cuarzo lechoso y chert, los sedimentos finos como



las arenas presentan oxidación de hierro de color amarilloso a naranja, algunas veces estos conglomerados se presentan imbricados.



**Figura 4-7. Detalle de conglomerados, areniscas conglomeraticas a arcillosas y arcillolitas arenosas cantera Las Mercedes. Hacienda Santo Domingo. 100 m al sur de la Estación AMM-0101. Coordenadas, 1470627m.N, 884587m.**

#### 4.2.1.2 Abanico Aluvial de La Mojana (Q<sub>2abm</sub>)

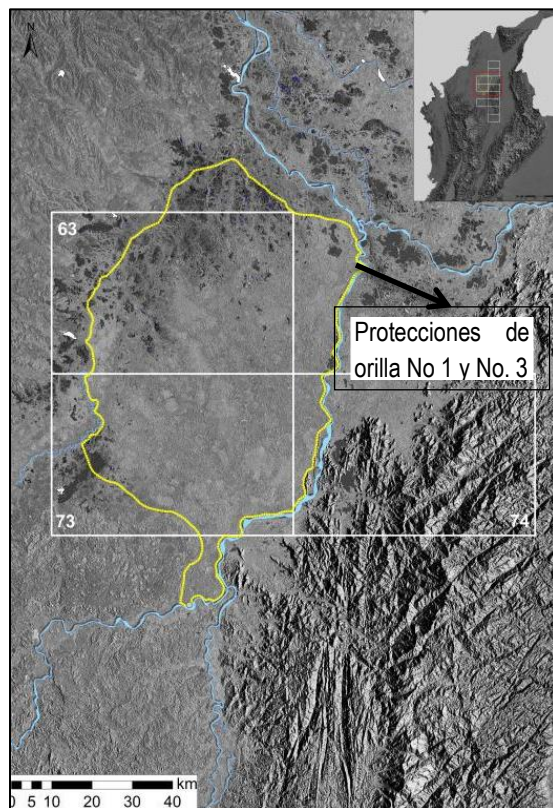
Esta unidad fue propuesta por Martínez (1981) como Cono del Río Cauca, en el área de la Depresión Momposina, donde la parte distal del cono llega hasta las depresiones cenagosas de los ríos Magdalena y San Jorge. Barrera (1999) interpreta esta unidad como depósitos aluviales de inundación con arenas, limos y arcillas y abundante materia orgánica. Forero *et al.* (1997a) publican el Atlas Geológico de Colombia con identificación en el área de una unidad denominada (Qca) de "abanico aluvial" englobando en ella tanto al abanico aluvial como a los depósitos coluviales y diferenciándola de depósitos aluviales y llanuras aluviales (Qal) asociados a caños y quebradas que erosionan al abanico. Gómez *et al.* (2007) publican la nueva versión digital mejorada del Atlas Geológico de Colombia a escala 1:500.000 y conservan la cartografía de la versión anterior de Forero *et al.* (1997a).

En este informe se propone el nombre de Abanico Aluvial De La Mojana el cual sigue el estándar de denominación de Carvajal (2011). El nombre de la región de la Mojana es más local que el río Cauca.



*Distribución geográfica:*

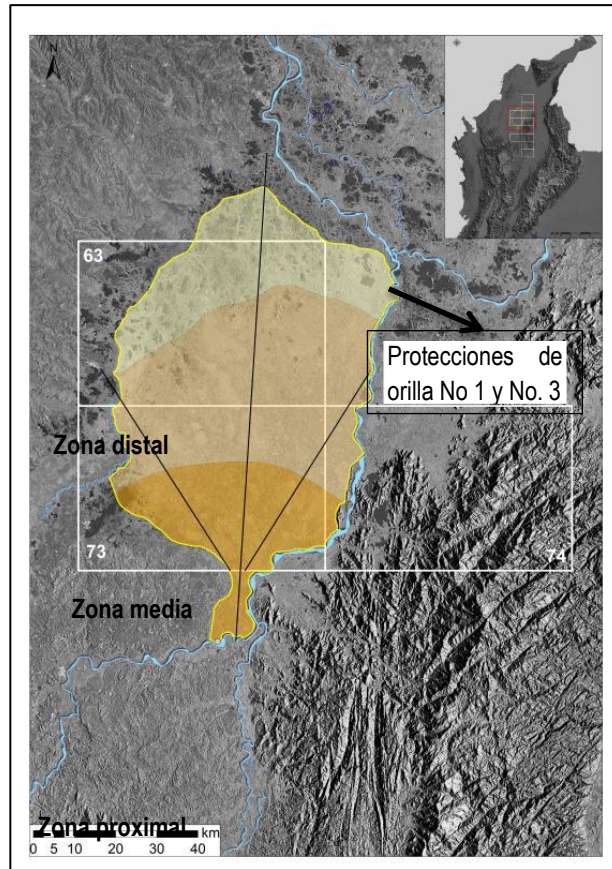
Las imágenes satelitales permitieron verificar la delimitación del Abanico Aluvial de la Mojana a gran escala (Figura 4-8); este se extiende entre la confluencia de los ríos Nechí y Cauca, y se prolonga al norte en cercanías del municipio de Pinillos con una distancia aproximada de 100 km; y, entre la ciénaga de Ayapel y el Río San Jorge al occidente, hasta el actual cauce del Río Cauca al oriente, con una amplitud de 55 km. El Abanico Aluvial cubre las áreas de las planchas 63 - San Marcos, 73 - Ayapel y la parte occidental de la Plancha 74 - Guaranda.



**Figura 4-8. Delimitación del Abanico Aluvial de la Mojana, (contorno línea amarilla) sobre el DEM.**

*Características morfológicas:*

Las característica que definen al abanico son el ápice, longitud, ancho, área, pendiente, red de drenaje, además de la subdivisión en las, zonas proximal, media y distal donde cada una de ellas presenta sus propias características de longitud, ancho, pendiente, cambios sedimentológicos (granulometría) y composición; además el ápice se localiza por fuera del área de trabajo, al suroccidente del casco urbano del municipio de Nechí, Sector denominado Nuevo Mundo.



**Figura 4-9. Delimitación de las zonas del abanico, proximal, media y distal siguiendo la definición de Blissenbach (1954).**

El ápice lo define Blissenbach (1952) como "el punto más elevado del abanico aluvial, se desarrolla allí, donde la corriente sale de la montaña". Este punto para el Abanico Aluvial de la Mojana se localiza al sur y por fuera del área de trabajo, al suroccidente del casco urbano del municipio de Nechí, Sector denominado Nuevo Mundo. La subdivisión del abanico aluvial de la Mojana en este trabajo comprende las zonas definidas por Blissenbach (1954) así

Zona proximal o cabecera del abanico: área en torno al ápice.

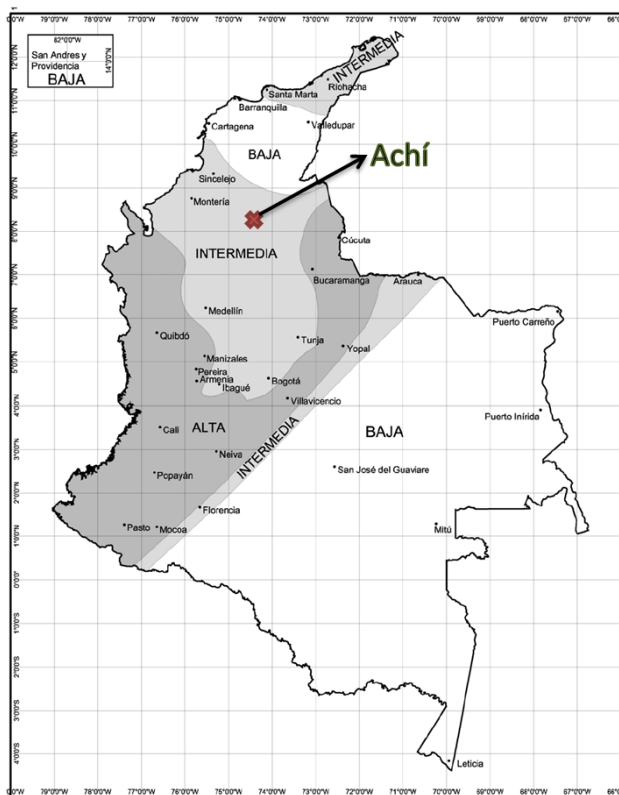
Zona media: área entre la cabecera y el margen exterior del abanico

Zona distal. Área más baja y alejada del ápice.

Para la delimitación de estas zonas, se usa el concepto de análisis de las pendientes descrito por Bull (1977) en Fraser & Suttner, 1986.

#### 4.3 CONDICIONES SÍSMICAS DE LA ZONA

De acuerdo con la ubicación de las protecciones Ambos municipios pertenecientes a la región de la Mojana tiene una sismicidad INTERMEDIA. Esto se verificó de acuerdo a la NSR10 como se puede observar en la Figura 4-10 tomada del reglamento sismo resistente.



**Figura 4-10. Zonas de amenaza sísmica según la norma sismo resistente del 2010.**

Los parámetros de **Aa** (cociente de aceleración horizontal pico efectiva) y **Av** (cociente de velocidad horizontal pico efectiva) fueron tomados del reglamento colombiano sismo resistente, teniendo en cuenta el espacio geográfico dentro del cual se encuentra la obra y su respectiva clasificación.

Municipio	Código Municipio	A <sub>a</sub>	A <sub>v</sub>	Zona de Amenaza Sísmica	A <sub>e</sub>	A <sub>d</sub>
Cartagena	13001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Achí	13006	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Altos del Rosario	13030	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Arenal	13042	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Arjona	13052	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Arroyohondo	13062	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
El Roble	70233	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Galeras	70235	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Guarandá	70265	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.05
La Unión	70400	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04

**Figura 4-11. Tabla de valores de aceleración y velocidad en roca de acuerdo al código Colombiano.**

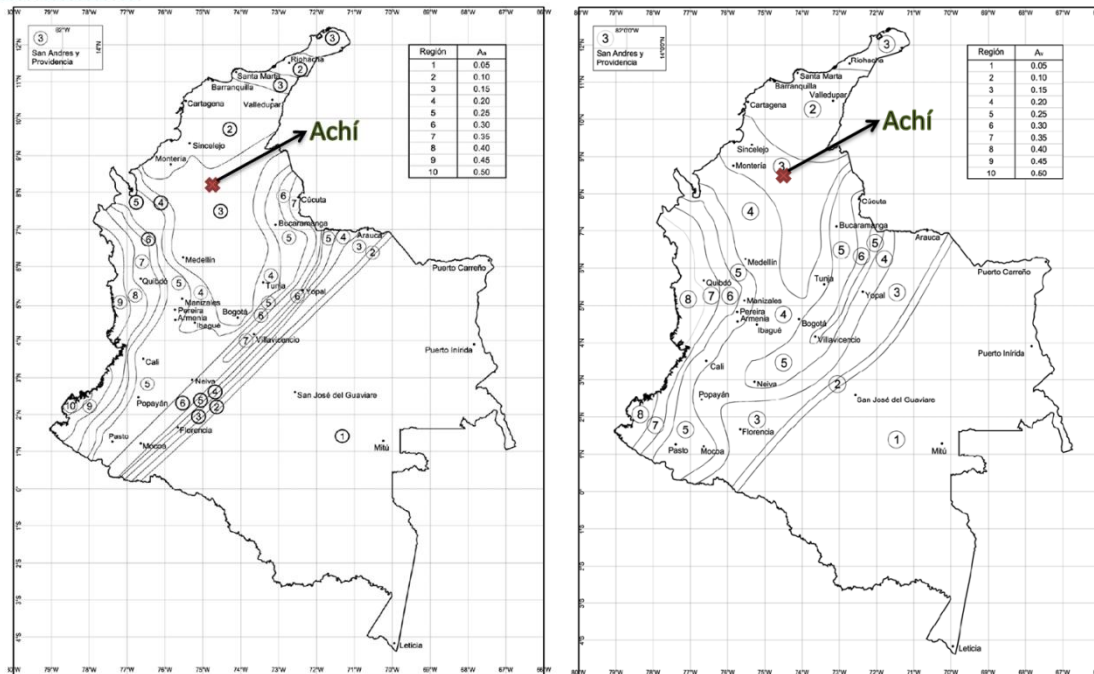


Figura 4-12. Mapa de valores Aa derecha, y de Av izquierda, en el territorio colombiano según la NSR-10.

## **5. CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LAS PROTECCIONES DE ORILLA NO. 1 Y NO. 3**

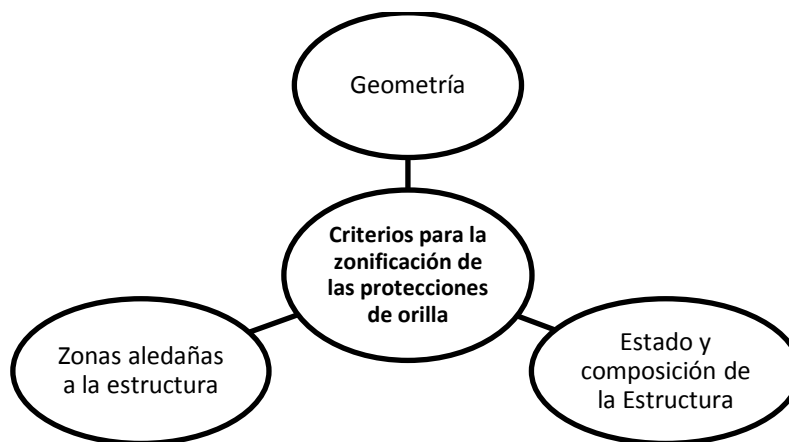
Durante el mes de Junio del año 2015 se realizó una visita de campo y la campaña de exploración geotécnica al sector donde se encuentran dos estructuras la estructura correspondiente a la Protección de orilla No. 1 y No. 3 de Achí. Estas estructuras se encuentran cercanas a la vía entre los municipios de Achí Bolívar y Guaranda Sucre. La estructura puntualmente queda en el municipio de Guaranda, sin embargo contractualmente las estructuras son llamadas protección de orilla No.1 y No.3 de Achí. Los principales aspectos que se observaron fueron la altura apreciable de cada protección, el ancho de la protección, el estado de la estructura, la composición de la estructura, las zonas aledañas, y el estado visual de la estructura.

Para determinar las dimensiones se usó un decámetro en las condiciones que se podía usar, en otras ocasiones se usaron referencias en la zona. Adicionalmente, las dimensiones fueron comparadas con la información de referencia entregada por el Fondo Adaptación sobre las obras. De esta información se usó principalmente los planos de la estructura. Esto permitió ajustar en algunos casos la geometría y comparar los planos con las medidas tomadas en campo.

Para la caracterización y descripción del tramo de estudio, se identificaron cuatro zonas de acuerdo a lo reportado en campo. La primera zona corresponde a una protección de orilla de espolones en tubos de acero con un núcleo de bolsas de concreto. La segunda zona corresponde a un tramo intermedio donde no hay protección de orilla. La tercera zona corresponde a una protección de orilla en madera, y finalmente la cuarta zona identifica al tramo donde hay un dique en contacto directo con el río Cauca. Esta zonificación fue realizada especialmente por la composición o la presencia de alguna estructura en la orilla y serán explicadas posteriormente con más detalles.

Debido a las limitaciones que supone una visita de campo, los puntos mencionados anteriormente se analizaron en las condiciones consideradas importantes por parte del personal de Suelos Ingeniería. Todas las evaluaciones son realizadas con la inspección de campo son netamente visuales. Esta información, que permitió hacer una descripción preliminar de la estructura y de su suelo de fundación, es cruzada posteriormente con las muestras extraídas de los materiales en la zona.

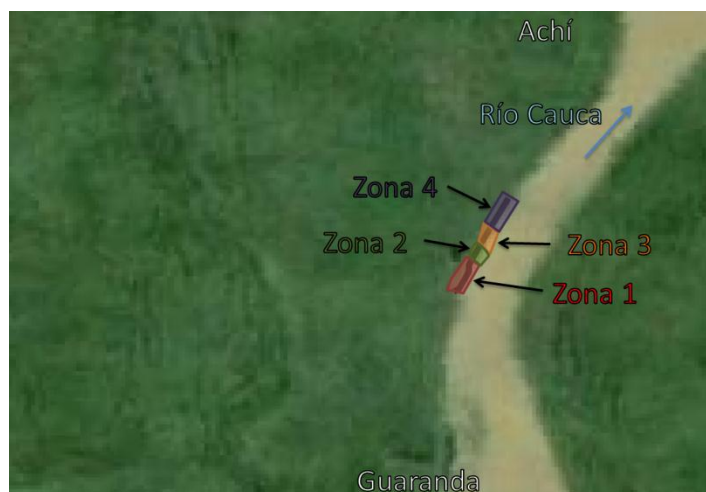




**Figura 5-1. Criterios de zonificación.**

## 5.1 RESUMEN DE LAS ZONAS GEOMÉTRICAS

La protección de orilla evaluada se dividió en 4 zonas de acuerdo a las características de las estructuras en cada sector. En el Anexo D se presenta un resumen de la zonificación de este tramo de estudio presentado en este informe. Un mayor detalle de cada zonificación se presenta en las secciones posteriores de este capítulo. En la Figura 5-2 y la Tabla 5-1 se puede observar la zonificación realizada.



**Figura 5-2. Vista en planta del tramo de estudio, donde se presenta la división por zonas geométrica.**



Tabla 5-1. Resumen de la zonificación geométrica realizada en el tramo de estudio.

Zona	Abscisa inicial	Abscisa final	Longitud (m)	Criterios de zonificación
<b>ZONA 1</b>	K0+ 000	K0+ 205	205	Protección de orilla tiene una estructura visible en acero con espolones
<b>ZONA 2</b>	K0+ 205	K0+ 302	97	No hay una estructura que proteja la orilla
<b>ZONA 3</b>	K0+ 302	K0+ 344	42	Estructura en madera sobre el río Cauca muy cerca a la orilla
<b>ZONA 4</b>	K0+ 344	K1+ 063	719	No hay una estructura que proteja la orilla

## 5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS

A continuación se describe cada una de las zonas identificadas en la visita de la protección de orilla ubicadas entre Achí y Guaranda.

### 5.2.1 Zona 1 (Abs. K0+000 – K0+205)

Esta zona identifica a la protección de Orilla No.1 que está conformada por cilindros metálicos y un núcleo de bolsacreto. En campo se observó que la estructura en contacto con el río Cauca tenía una altura de 2.5 metros con respecto a lámina de agua del río en el momento de la inspección. La estructura tiene un ancho de 1.5 metros y los cilindros están conectados por riostras en diagonal. La estructura de la protección se compone de cilindros de acero con 30.5 cm de diámetro (12 in). El núcleo de la estructura se conforma por bolsas de concreto pobre (bolsacretos) que tienen una longitud 2.40 metros y un ancho de 1.20 metros. En la Figura 5-3 se muestra un registro fotográfico de la protección de orilla.



Figura 5-3. Fotos con indicaciones de la geometría de la protección de orilla No.1 correspondiente a esta zona.

En los extremos de la estructura esta se aleja del río Cauca para prevenir la erosión detrás de la protección de orilla. Estas llaves se pueden observar en la Figura 5-3 (b). Estos dientes comienzan a nivel del terreno natural y la estructura incrementa levemente su altura hasta entrar al río Cauca.

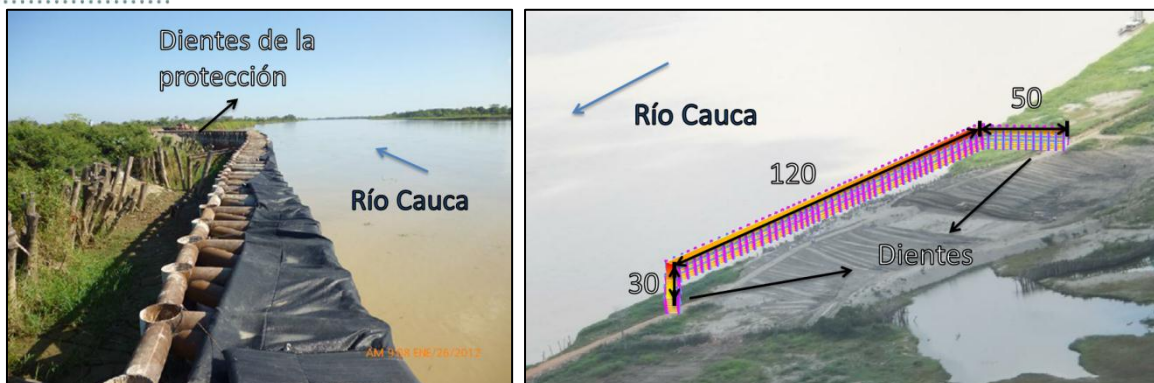


Figura 5-4. Esquema de la geometría de la protección de orilla No.1 donde se observa la geometría general y los dientes que entran al terreno, fotos del informe de diseño de la estructura (Ecovias S.A.S 2012).

Con respecto a las fotos tomadas en el momento de la inauguración de la obra, actualmente la protección de orilla no posee un recubrimiento en geo membrana en la cara en contacto con el río Cauca. Aunque esta geo membrana no se aprecia visualmente, al revisar el método de amarre de la geo membrana esta cuenta con un contrapeso en el fondo del río que es donde se espera tenga funcionalidad. Por esta razón es muy posible que esta protección se encuentre en funcionamiento en el fondo del río a pesar de no ser visualmente observable en la superficie.

De acuerdo con la recopilación de información esta estructura se conforma con bolsas de concreto pobre con capacidad de 17 MPa. El acero de los tubos tiene una resistencia de 250 MPa, y el concreto con el que fueron rellenos estos tubos es de 21 MPa. En la inspección visual como se observa en la Figura 5-5 se encontró que el acero presenta cierto grado de corrosión en la parte baja y que ha estado en contacto con el agua.



Figura 5-5. Inspección cercana del acero donde se aprecia su deterioro químico (corrosión).

### 5.2.2 Zona 2 (Abs. K0+205 – K0+302)

Esta zona tiene una longitud aproximada de 97 m que conecta la Protección de Orilla No. 1 con la protección de Orilla No. 3, en este informe zonas 1 y 3 respectivamente. En la zona 2 no hay una protección de orilla y el dique que pasa por la zona está en contacto directo con el río Cauca como se aprecia en la Figura 5-6. La altura que se aprecia en el dique con respecto al nivel del agua era de 2.5 m. La pendiente de la cara aguas arriba es de 1.2H:1V, en la corona del dique se tiene un ancho de 8 m y por allí pasa la vía entre Achí y Guaranda.



**Figura 5-6. Zona entre las dos protecciones de orilla estudiadas y el dique está en contacto con el río.**

El material del dique se conforma por limos de baja plasticidad con humedad media hasta alta humedad, donde se aprecia el agua libre en el suelo lo que indica saturación. La consistencia de este material se encontraba entre blanda a muy blanda. Es importante notar que en el día de la visita había llovido considerablemente la noche anterior lo que explica los resultados de consistencia y de humedad encontrados en campo.

La cara del dique en contacto con el río se encuentra mucho mejor que otras zonas donde el dique también está en contacto con el río Cauca y la pendiente suele ser vertical con daños por socavación apreciables. En este punto se observan surcos y algunos empozamientos en la ladera, que demuestran un proceso de socavación, aunque no tan crítico como en otros lugares del dique. Esto demuestra que la proximidad con las protecciones de orilla reduce la demanda de corte en esta zona, lo que ha impedido una mayor socavación. En caso de creciente el dique es vulnerable pues al igual que en otras partes del dique donde no hay protección de orilla, puede haber un proceso de socavación que comprometa la estabilidad del dique en funcionamiento. Al momento de la visita se observó que justo en la pata del dique en contacto con el río hay una pendiente más pronunciada, lo que evidencia un proceso de socavación causado por el Río Cauca. También se debe tener en cuenta que esta zona fue reconstruida en el 2011 así que la obra no ha estado en servicio para una creciente mayor aún. Por este motivo se considera pertinente proteger este tramo de la orilla para generara una prot. Continua en la orilla que proteja las otras protecciones y para cuidar el dique carretable que atraviesa la zona.

### **5.2.3 Zona 3 (Abs. K0+302 – K0+344)**

En esta zona la orilla del río está protegida por un tablestacado que sobresalía del agua unos 50 cm. El espesor general de la estructura era de unos 10 cm y posee una estaca empotrada cada metro. En la Figura 5-7 se muestra un esquema de la estructura.





**Figura 5-7. Zona 3 correspondiente a la protección de orilla No.3 Achí.**

Basándose en la inspección se buscaron fisuras en la madera o altas deformaciones, y no fueron halladas. Igualmente en la protección de orilla se buscó algún tipo de inclinación que pudiera representar una alerta sobre la estabilidad de la protección de orilla en la zona y tampoco fue encontrada. Por estas razones con la inspección visual no se apreció un daño significativo en la protección de orilla o en la estructura de madera.

Entre el río y el dique de la estructura no se apreciaba ningún material de relleno y esta zona estaba cubierta por el río Cauca. De acuerdo con información de personas de la zona, en la zona comprendida entre el table estacado y el dique se hará un relleno en piedras. Esto hace parte de una obra que se está adelantando en la actualidad.

Como se puede observar en las anteriores figuras el dique no presenta problemas de erosión por el contacto con el río Cauca. Sin embargo el borde libre de 50 cm con respecto a la lámina de agua es bajo si se tiene en cuenta que en este sector en el 2010 el dique fue desbordado y destruido por el río Cauca, razón por la que toda esta zona fue reconstruida. Sobre el dique se aprecia socavación por el agua proveniente de la cresta formándose surcos y empozamientos en las laderas del talud. En este caso en la pata del dique en contacto con el río no se observa un proceso de socavación a diferencia de la zona anterior.

Es importante tener en cuenta que en el momento de la visita de campo se estaba realizando una construcción en la zona. De acuerdo con la información de las personas de la obra se estaba rellenando la orilla con material gravoso desde el inicio de la zona 3 hasta el punto donde finaliza la zona 4. Por lo que se espera que la zona 4, expuesta posteriormente tendrá una estructura similar a la de esta zona y adicionalmente ambas tendrán un recubrimiento con material gravoso.

#### 5.2.4 Zona 4 (Abs. K0+344 – K1+063)

Esta zona tiene una longitud aproximada de 719 m y se ubica en la parte final de la zona evaluada, aguas abajo de la protección de orilla en tablestacas. Esta zona no posee una protección de orilla para el dique que pasa por la zona, por lo que éste está en contacto directo con el río Cauca como se aprecia en la Figura 5-6. La altura que se apreció en el dique con respecto al nivel del agua es de aproximadamente 3.5 m. La pendiente de la cara aguas arriba es de 1.0H:1V de manera general. En la corona del dique se tiene un ancho de 8 m y por allí pasa la vía entre Achí y Guaranda.



**Figura 5-8. Zona entre las dos protecciones de orilla estudiadas y el dique está en contacto con el río.**

El material del dique se conforma por limos de baja plasticidad con alta humedad, llegando a apreciarse el agua libre en el suelo en algunos casos. La consistencia de este material se encontraba entre blanda a muy blanda. Es importante notar que en el día de la visita había llovido considerablemente la noche anterior lo que explica los resultados de consistencia y de humedad encontrados en campo en los materiales superficiales a la vista.

En esta zona la cara del dique en contacto con el río tiene bastante vegetación y una pendiente que es vertical en varios casos. Adicionalmente hay evidencias de socavación en la corona del dique como surcos que se han presentado debido a la ausencia de una pendiente de bombeo y de cuentas para manejar el agua en el dique.



## 6. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En este capítulo se presenta una descripción de los materiales que están presentes en la fundación de las estructuras de protección de orilla analizadas en este informe. Esta descripción es posible debido a la investigación geotécnica que se hizo en la zona, que constituyó la extracción de muestras de suelo y la ejecución de ensayos SPT, de laboratorio e In-situ, entre otros. A continuación se listan los principales materiales encontrados, su clasificación y caracterización. En el Capítulo 5 durante la descripción geométrica de la estructura, se indicó que materiales se encuentran en cada zona basándose en la inspección de campo. En este capítulo esta información será determinada y expuesta con los ensayos mencionados.

### 6.1 EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS

En la Tabla 6-1 se resumen las exploraciones con recobro realizados en la zona de las protecciones de orilla No.1 y protección de orilla No. 3 en Achí. Para la caracterización y descripción de los suelos cercanos a las estructuras de estuario por zonas, se excavaron una serie de apiques, que se relacionan en la Tabla 6-1. En el Anexo B se presenta una vista en planta de la ubicación de estas exploraciones con recobro las cuales hicieron una recuperación continua del material.

**Tabla 6-1. Resumen de perforaciones con recobro ejecutados sobre las protecciones de orilla No.1 y No.3 de Achí.**

Perforación	Abscisa	Profundidad (m)	Coordenadas				Nivel Freático (m)
			Longitud	Latitud	X	Y	
PT-POACH-3	K0+ 320	9.8	-74.55579	8.51965	947340.9	1433923.7	5
PT-POACH-4	K0+ 160	10	-74.55643	8.51831	947270.4	1433775.9	5.5
PT-POACH2-2	K0+ 070	10	-74.55689	8.51768	947219.5	1433705.9	5
PT-POACH2-3	K0+ 010	10	-74.55715	8.51744	947190.9	1433679.4	5
PT-POACH-2	K0+ 870	10.1	-74.55463	8.52140	947469.4	1434117.5	5

### 6.2 EQUIPOS DE PERFORACIÓN

Para la ejecución de los trabajos solicitados, SUELOS INGENIERÍA cuenta en campo con los siguientes equipos de alta tecnología y con la capacidad suficiente requerida.

1. Equipo de Perforación Símcó II 2400.
2. Equipo de Perforación Símcó III 2800, véase Figura 6-1.



**Figura 6-1. Foto del equipo de perforación Sísmico III.**

Los equipos usados en cada perforación se muestran a continuación.

**Tabla 6-2. Maquinaria usada en cada una de las perforaciones.**

Perforación	Máquina de perforación	Coordenadas		Fecha de ejecución	
		Longitud	Latitud	Inicio	Fin
PT-POACH-3	Simco Trailer	-74.55579	8.51965	7/4/2015	7/4/2015
PT-POACH-4	Simco III	-74.55643	8.51831	8/4/2015	8/4/2015
PT-POACH2-2	Simco III	-74.55689	8.51768	9/4/2015	9/4/2015
PT-POACH2-3	Simco III	-74.55715	8.51744	17/4/2015	17/4/2015
PT-POACH-2	Simco III	-74.55463	8.52140	6/4/2015	6/4/2015

### 6.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la clasificación y caracterización de los materiales extraídos de las exploraciones hechas en la zona se ejecutaron una serie de ensayos de laboratorio. A continuación (Tabla 6-3) se presenta un resumen de las cantidades en los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas y en el Anexo E se presentan en detalle los registros de los resultados de los ensayos. Los resultados de los ensayos ejecutados para cada perforación se resumen en el Anexo D.

La Tabla 6-3 presenta a continuación las normas sobre las cuales se basaron los métodos para la elaboración de los ensayos.

**Tabla 6-3. Resumen de las normas utilizadas para la realización de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas de las exploraciones hechas en este tramo del tramo de estudio.**

Ensayo	Cantidades de ensayo		
	Cantidad	ASTM	NTC
Humedad natural	84	D2216	1495
Tamizado	18	D6913	1522
Límites de consistencia (LL y LP)	18	D4318	4630
Peso Unitario de suelos cohesivos	12	D7263	-
Gravedad específica con picnómetro de agua	6	D854	1974
Corte directo (CD)	3	D3080	1917
Materia Orgánica	4	D2974	5403
Tamizado con hidrómetro	4	D422	-
Peso Unitario por desplazamiento	12	D7263	-
Compresión inconfiada	3	D2166	1527
Pin Hole	1	D4647	-

Las cantidades que se realizaron en cada ensayo son mostradas en la Tabla 6-4 y la Tabla 6-5.

**Tabla 6-4. Primera parte del resumen de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas de las exploraciones hechas en este tramo de la protecciones de orilla.**

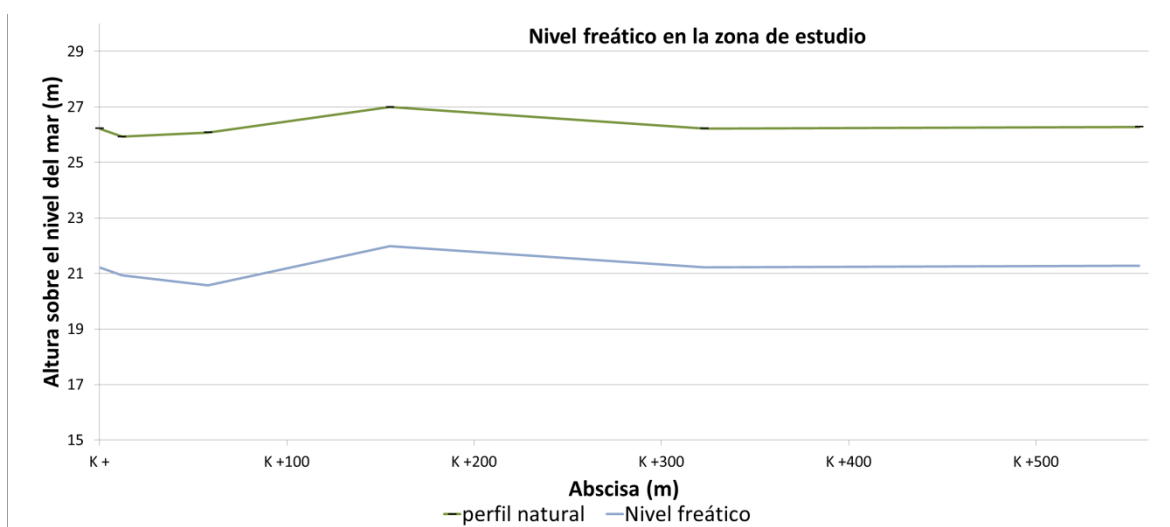
Perforación	Humedad	Granulometría	Límites de Atterberg	Granulometría por hidrómetro	Peso unitario
POACH2-2	14	3	3	1	1
POACH2-3	14	3	3	1	0
POACH 1	14	3	3	0	1
POACH 2	14	3	3	0	1
POACH 3	14	3	3	1	1
POACH 4	14	3	3	1	1
<b>Totales</b>	<b>84</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**Tabla 6-5. Segunda parte del resumen de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras extraídas de las exploraciones hechas en este tramo de estudio.**

Perforación	Pesos unitarios por DESPLAZAMIENTO	Gravedad específica	Materia orgánica	Corte Directo	Compresión inconfiada
POACH2-2	2	1	0	0	0
POACH2-3	2	1	1	0	0
POACH-1	2	1	1	1	1
POACH-2	2	1	1	1	1
POACH-3	2	1	0	1	1
POACH-4	2	1	1	0	0
<b>Totales</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 6.4 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático es importante contemplarlo ya que su presencia afecta la resistividad del suelo debido a su composición en general de finos. Con esto en cuenta, se puede observar en la donde se muestra el nivel freático en la zona de interés



**Figura 6-2. Gráfica del nivel freático a lo largo del tramo de estudio.**

#### 6.5 CRITERIOS DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Los principales criterios de clasificación se basan en los estándar de clasificación de suelos para propósitos ingenieriles de la American Society for Testing and Materials (ASTM D2487 2011).

**ASTM D2487 – 11**

**TABLE 1 Soil Classification Chart**

Criteria for Assigning Group Symbols and Group Names Using Laboratory Tests <sup>A</sup>				Soil Classification	
				Group Symbol	Group Name <sup>B</sup>
COARSE-GRAINED SOILS	Gravels (More than 50 % of coarse fraction retained on No. 4 sieve)	Clean Gravels (Less than 5 % fines <sup>C</sup> )	$Cu \geq 4$ and $1 \leq Cc \leq 3^D$	GW	Well-graded gravel <sup>E</sup>
			$Cu < 4$ and/or $[Cc < 1 \text{ or } Cc > 3]^D$	GP	Poorly graded gravel <sup>E</sup>
		Gravels with Fines (More than 12 % fines <sup>C</sup> )	Fines classify as ML or MH	GM	Silty gravel <sup>F,G</sup>
	More than 50 % retained on No. 200 sieve		Fines classify as CL or CH	GC	Clayey gravel <sup>F,G</sup>
		Clean Sands (Less than 5 % fines <sup>H</sup> )	$Cu \geq 6$ and $1 \leq Cc \leq 3^D$	SW	Well-graded sand <sup>I</sup>
			$Cu < 6$ and/or $[Cc < 1 \text{ or } Cc > 3]^D$	SP	Poorly graded sand <sup>I</sup>
FINE-GRAINED SOILS	Silts and Clays  Liquid limit less than 50	inorganic	PI $> 7$ and plots on or above "A" line <sup>J</sup>	CL	Lean clay <sup>K,L,M</sup>
			PI $< 4$ or plots below "A" line <sup>J</sup>	ML	Silt <sup>K,L,M</sup>
		organic	Liquid limit – oven dried Liquid limit – not dried $< 0.75$	OL	Organic clay <sup>K,L,M,N</sup> Organic silt <sup>K,L,M,O</sup>
	50 % or more passes the No. 200 sieve	inorganic	PI plots on or above "A" line	CH	Fat clay <sup>K,L,M</sup>
			PI plots below "A" line	MH	Elastic silt <sup>K,L,M</sup>
		organic	Liquid limit – oven dried Liquid limit – not dried $< 0.75$	OH	Organic clay <sup>K,L,M,P</sup> Organic silt <sup>K,L,M,Q</sup>
	HIGHLY ORGANIC SOILS			PT	Peat
	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor				

**Figura 6-3. Cuadro general de clasificación de suelos (ASTM D2487 2011).**

Si bien la norma mencionada anteriormente se basa en el índice de plasticidad y el límite líquido para clasificar un material como limos o arcillas, en algunos casos esta clasificación será comparada con un análisis de granulometría por medio de hidrómetro. Para este análisis se determinará el porcentaje de arcillas y limos de acuerdo al límite presentado en la Tabla 6-6.

**Tabla 6-6. Descripción por tamaño para partículas no sean clasificadas como arenas o gravas (Budhu 2007).**

4. Descripción del tamaño para materiales que pasan el tamiz 200			
Material	Designación	Símbolo	Tamaño de partículas
Arcillas	Fina	C	$T < 2\mu$
Limos	Fina	M	$T > 2\mu$

En la Tabla 6-7 se muestran los valores tomados para clasificar la humedad del suelo. Estos criterios se basaron en valores tomados ampliamente en la literatura.

**Tabla 6-7. Criterios de clasificación según la humedad natural reportada en campo**

5. Humedad	
%	Clasificación
$< 20$	muy baja
20 - 40	baja
40 - 70	media
70 - 100	alta
$> 100$	muy alta



Los valores de la Tabla 6-8 evalúa el IP y clasifica la plasticidad de acuerdo a los criterios brindados. Como se observa esta clasificación tiene más criterios que otros sistemas de clasificación para plasticidad como el de la SUCS. Aun así, este sistema no contradice al del SUCS sino que permite discretizar mejor la información analizada.

**Tabla 6-8. Criterios para clasificar la plasticidad del material.**

<b>6. Plasticidad</b>	
<b>IP , %</b>	<b>Descripción</b>
0 - 1	No plástico
1,00 - 4,00	Ligeramente plástico
4,00 - 10,00	de plasticidad baja
10,00 - 20,00	de plasticidad media
20,00 - 35,00	de plasticidad alta
> 35	de plasticidad muy alta

La Tabla 6-9 y la Tabla 6-10 muestran los criterios para la interpretación de número de golpes. Cada una interpreta los resultados dependiendo si se evalúan materiales cohesivos o no cohesivos.

**Tabla 6-9. Criterios para clasificar la consistencia de suelos cohesivos.**

<b>7. Consistencia (suelos cohesivos)</b>	
<b>SPT golpes/pie</b>	<b>Descripción</b>
0 - 2	Muy blanda
2 - 4	blanda
4 - 8	medio firme
8 - 15	firme
15 - 30	muy firme
30 - 45	dura
>45	muy dura

**Tabla 6-10. Criterios para clasificar la densidad de suelos granulares Terzagui y Peak (1948).**

<b>8. Densidad (suelos granulares)</b>	
<b>(N<sub>60</sub>)<sub>1</sub> golpes/pie</b>	<b>Compacidad</b>
0 - 3	muy suelta
3 - 8	suelta
8 - 25	medio densa
25 - 42	densa
42 - 58	Muy densa

**Tabla 6-11. Criterios de clasificación de suelos según la materia orgánica (Huang, y otros 2008).**

<b>9. Clasificación basada en el SUCS</b>	
<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Suelo altamente orgánico (turba)	> 30
Suelo orgánico	15-30
Suelo mineral con materia orgánica	3-15
Suelo mineral	< 3

De acuerdo al manual del INVIAS los terraplenes deben cumplir con las características que se muestran en la Tabla 6-12. Es importante aclarar que en esta tabla el criterio “marginal” es considerado como no adecuado por el INVIAS para la conformación de un terraplén.

**Tabla 6-12. Requisitos del INVIAS para suelos que conforman un terraplén (INVIAS 2007).**

<b>10. Requisitos del INVIAS para la construcción de terraplenes</b>	
<b>Suelos seleccionados</b>	<0.2%
<b>Suelos Adecuados</b>	<1%
<b>Suelos Tolerables</b>	<2%
<b>Marginal (no adecuado)</b>	<5%
<b>No adecuados</b>	>5%

Este contenido de materia orgánica es suficiente para considerar que el material que compone el cuerpo del dique debe ser revisado con mayor detalle y deban remplazarse las zonas donde el contenido de materia orgánica sea superior al 10%. Según el criterio del INVIAS el material que conforma el cuerpo de un terraplén vial debe tener un contenido de materia orgánica inferior al 2% para considerarse tolerable o adecuado, véase Tabla 1-7. Sin embargo, un material seleccionado con un contenido de materia orgánica tan bajo puede ser de difícil consecución en la zona y puede hacerse inviable para el proyecto. Estructuras térreas con contenidos de materia orgánica de hasta el 10% han sido construidas en la Sabana de Bogotá, que no han presentado problemas en su comportamiento ante la aplicación de cargas.

**Tabla 6-13. Criterios para describir la cantidad de materiales orgánicos (Indiana Department of Transportation 2010).**

<b>11. Proporción de material orgánico</b>	
<b>%</b>	<b>Término</b>
1 - 6	Con trazas de
7 - 12	Con poco de
13 - 18	Con algo de
19 - 30	Suelo orgánico
>30	Turba

La vulnerabilidad a la tubificación es un aspecto importante en la evaluación de los diques. Los criterios para caracterizar que tan resistente es el material a este fenómeno se muestra en la Tabla 6-14.

**Tabla 6-14. Criterios de caracterización para calificar la resistencia de materiales a la tubificación (Sherard, y otros 1963).**

<b>12. Resistencia a la tubificación (Materiales cohesivos)</b>	
<b>IP , %</b>	<b>Descripción</b>
0 - 6	Resistencia baja
6-15	Resistencia intermedia
15>	Resistencia alta

Por último se debe aclarar que para analizar un estrato en los anteriores criterios se crea en cada caso un intervalo de valores significativos. Este intervalo es necesario crearlo ya que al analizar los estratos no se tiene un valor único para comparar con los anteriores criterios, sino un conjunto de datos provenientes de distintos ensayos y fuentes de información. El intervalo de confianza se define entre el valor promedio obtenido menos la desviación estándar y el valor promedio más la desviación estándar. De acuerdo donde este conjunto de datos se ubique en cada caso, el estrato será clasificado.

## **6.6 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

En esta sección se presenta una descripción de los materiales organizados en cuatro estratos. Cada estrato agrupa materiales con características similares las cuales fueron comparadas con la información presentada en la sección 6.5, la presentada en el Anexo D y el Anexo E como resumen de los ensayos de laboratorio. Los suelos de un mismo estrato comparten propiedades similares en cuanto a: sus propiedades de resistencia, su permeabilidad, sus propiedades de dispersión, y sus características en cuanto a composición y humedad. El resultado final se puede apreciar en el Anexo C donde se muestra el perfil longitudinal de la zona de estudio dividido por los estratos finales obtenidos.

La descripción presentada en esta sección se basa en los criterios de caracterización presentados en la sección 6.4. Por lo cual se muestra cada estrato en cuanto su consistencia o densidad, la clasificación de suelos por el S.U.C.S y las normas vigentes en Colombia para la caracterización de suelos, el tamaño de sus partículas, su estado de consistencia de acuerdo a la humedad, su grado de dispersividad, su contenido de materia orgánica, y cualquier otro dato que sea relevante en cada estrato. Los parámetros de resistencia, los parámetros de deformabilidad, y los parámetros de permeabilidad para cada estrato son presentados en las secciones posteriores.

De manera general el primer estrato corresponde a los suelos encontrados superficialmente que se componen de arenas limosas de densidad medio suelta y con poco contenido de materia orgánica.

A continuación se presenta para cada estrato mencionado con la información explicada anteriormente.

### **6.6.1 Estrato superficial: Arcillas magras con arena de color marrón, humedad media, plasticidad media, consistencia firme, y trazas de materia orgánica.**

Este estrato agrupa los suelos superficiales encontrados a lo largo del tramo de estudio. Estos suelos no necesariamente hacen parte del suelo de cimentación de las protecciones de orilla. En algunos casos estos materiales corresponden al material del dique cercano a las protecciones de orilla debido a que los sondeos se hicieron sobre la vía del dique cuando había un difícil acceso para el equipo de perforación hasta la orilla del río. En otros casos solo corresponde a una capa superficial de espesor menor a 1 metro que poseía alta heterogeneidad y fue encontrada en el sondeo.

En la Figura 6-4 se muestra la apariencia del estrato expuesto en esta sección. Este material es un material fino húmedo aunque en el momento de la visita de campo se encontró saturada. Como se mencionó anteriormente el material puede

ser encontrado al comienzo de todas las perforaciones. En los casos donde se sondeó el dique este material es hallado hasta los 3 m desde la superficie como es el caso de las perforaciones POACH2-3 y POACH-2. En las demás perforaciones este material finaliza con un metro de profundidad aproximadamente.



Figura 6-4. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH2-3 donde se aprecia el estrato superficial.

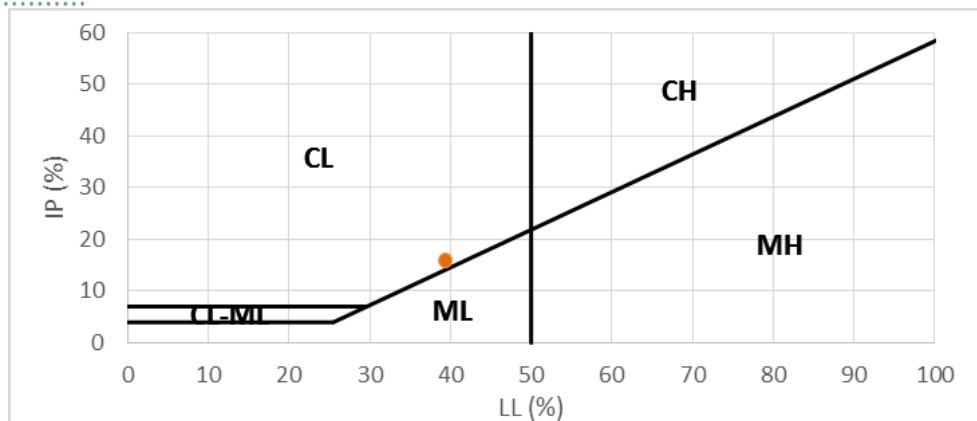
En la Tabla 6-15 se observa a partir del análisis de granulometría que el estrato está conformado por partículas finas, incluso en el valor mínimo obtenido para el pasa 200 arroja un 64% de finos. Hay una baja presencia de arenas y una presencia gravas muy baja. Por lo cual el estrato es clasificado como un material fino con arena.

Tabla 6-15. Resumen de ensayos de granulometría para el estrato superficial.

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (%Pasa)			% PARTI. < 2 $\mu$ m
	T - N°4 (%)	T - N°40 (%)	T - N°200 (%)	
Promedio	100	99	81	ND
Máximo	100	100	99	ND
Mínimo	100	98	64	ND
Desv. Estandar	0	1	25	ND
N. Datos	2	2	2	ND
CV	0.0%	0.0%	30.9%	ND

ND: No disponible

De acuerdo a la clasificación mostrada en la Tabla 6-16, los suelos son de baja plasticidad y varían entre arcillas y limos. Teniendo en cuenta los resultados de granulometría y la inspección visual de las muestras, de manera general el estrato es clasificado como una arcilla magra con arena (CL). Un punto se muestra en la carta de Casagrande en la Figura 6-5 debido a que en el otro ensayo no se presentó plasticidad al material seleccionado como fino.



**Figura 6-5. Ubicación de los casos evaluados en la carta de Casagrande para el estrato superficial.**

**Tabla 6-16. Clasificación de los suelos que conforman el estrato superficial según la clasificación SUCS.**

Clasificación SUCS		
CL	ML	Total
1	1	2

La Tabla 6-17 muestra el resumen de los valores de SPT los cuales fueron escogidos dada la composición cohesiva del material. Los datos de distribución muestran que la mayoría de golpes en el ensayo de SPT se ubican entre los 7 y los 21 golpes por pie (intervalo de confianza, ver sección 6.5). Dado que la mayor parte de materiales agrupados se conforma mayormente por suelos finos se puede clasificar a este estrato con consistencia firme según lo expuesto en la Tabla 6-9, aunque en algunos casos podría clasificarse como muy firme.

**Tabla 6-17. Ensayos de resistencia In situ para el estrato superficial.**

	SPT (golpes/pie)
Promedio	14
Máximo	27
Mínimo	7
Desv. Estandar	6
N. Datos	14
CV	43%

En la Tabla 6-18 se observa que la humedad oscila entre el 8% y el 22% en la mayoría de los casos, con lo cual se puede catalogar el suelo como de baja humedad (ver Tabla 6-7). El comportamiento del suelo está en estado plástico de acuerdo con el índice de liquidez. Adicionalmente se puede observar la baja plasticidad que se obtuvo con un índice de plasticidad (IP) del 16%. Para este material se determinaron dos veces los límites de Atterberg, en uno de los ensayos realizados el suelo no mostró la plasticidad suficiente para por lo cual se clasifica a este suelo como de baja plasticidad Tabla 6-8.

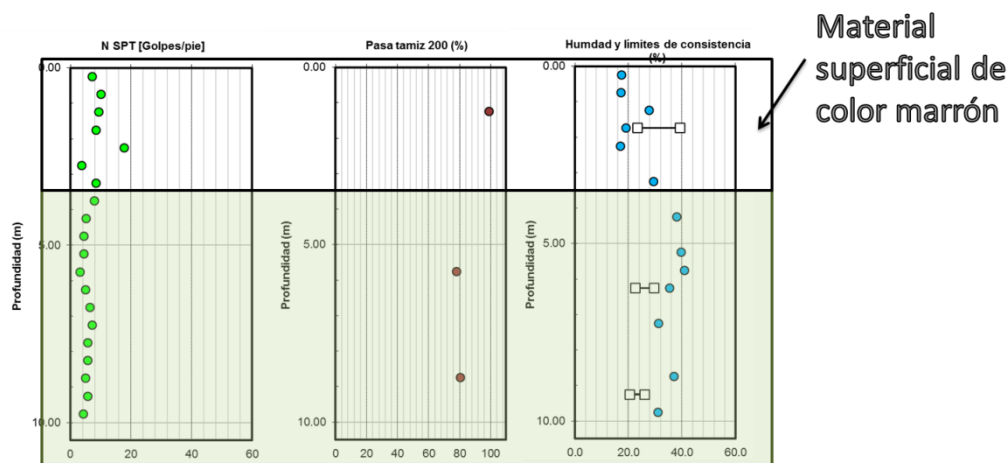


**Tabla 6-18. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el estrato de suelo superficial.**

	w (%)	Límites de Atterberg			
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	Índice de liquidez
<b>Promedio</b>	15	39	23	16	0.28
<b>Máximo</b>	28	39	23	16	0.28
<b>Mínimo</b>	5	39	23	16	0.28
<b>Desv. Estandar</b>	7	ND	ND	ND	ND
<b>N. Datos</b>	13	1	1	1	1
<b>CV (%)</b>	47%	ND	ND	ND	ND

ND: No Disponible

En la Figura 6-6 se muestra a manera de ejemplo cómo cambian los valores de  $N_{60}$ , pasa 200, y el estado de consistencia con respecto a la profundidad. En esta se observa que el número de golpes se mantiene de manera general con la profundidad. La perforación mostrada es representativa del comportamiento normal de este estrato con la profundidad, sin embargo cada perforación fue analizada y se presentan en el Anexo D. En cuanto al análisis del estado del suelo por humedad, esta varía entre estado semi-sólido a sólido. La humedad va incrementando con la profundidad pero aun así los valores reportados no sugieren que el estrato entre en estado líquido con la profundidad.

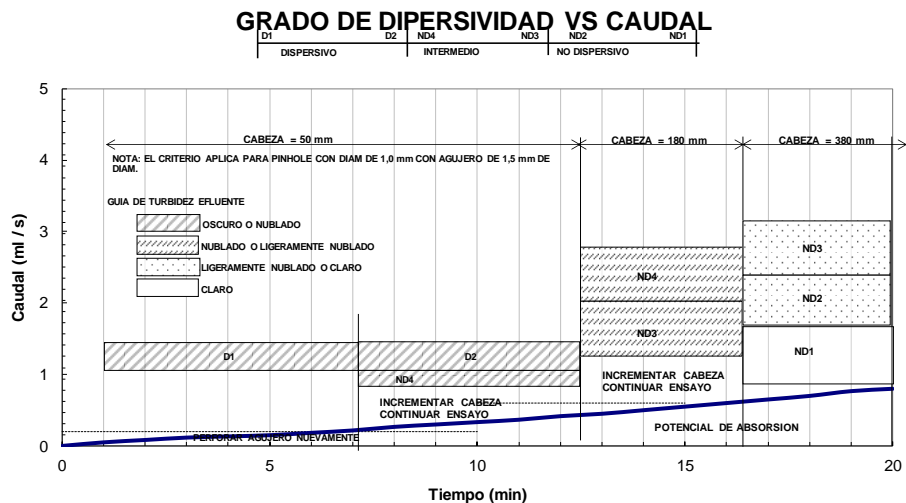


**Figura 6-6. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH2-3 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para el estrato superficial.**

Como se muestra en la Tabla 6-19, según el ensayo de dispersividad realizado al dique cercano a la protección de orilla, el estrato superficial no es vulnerable de sufrir erosión química con el contacto de agua o con bajos gradientes hidráulicos. Para determinar esto se realizó un ensayo de Pin Hole donde se mide el caudal que pasa por un pequeño agujero en la muestra, y de acuerdo a como este caudal incrementa con el tiempo debido al aumento del diámetro del agujero por erosión, se clasifica al material como dispersivo o no dispersivo. En este caso el material es no dispersivo como se aprecia en la Figura 6-7.

**Tabla 6-19. Análisis de dispersividad para el estrato superficial.**

Pin Hole	
ND1	Total
1	1



**Figura 6-7. Resultados del ensayo de Pin Hole donde se examina la dispersividad del estrato superficial.**

En la Tabla 6-20 se muestran los resultados de gravedad específica. Esto permitirá determinar el gradiente crítico en las etapas posteriores a este proyecto. Sobre la materia orgánica no se realizaron ensayos de laboratorio para tal fin, pero se examinaron las muestras visualmente y no se encontró indicios de que hubiera una cantidad de materia orgánica apreciable en este estrato. Aun así visualmente se observaron algunas trazas en la parte superficial del estrato.

**Tabla 6-20. Resumen de ensayos de gravedad específica para el estrato superficial.**

	Gs
Promedio	2.73
Máximo	2.73
Mínimo	2.73
Desv. Estandar	ND
N. Datos	1
CV (%)	ND

#### 6.6.2 Depósito aluvial fino: Arcillas magras de color verde oliva, de consistencia blanda, humedad alta, plasticidad baja y con poca materia orgánica.

Este estrato agrupa suelos finos con bajos valores SPT y que tenían similitudes visuales entre sí. Este estrato conformado por arcilla en algunos casos limosos fue encontrado en los siguientes sondeos: PT-POACH2-3, POACH2-2, PT-POACH-3, y PT-POACH-2. Basándose en esta información, se estimó cómo se desarrolla el estrato durante el tramo evaluado. Posteriormente en la zonificación geotécnica se muestra cómo se desarrolla este material en el tramo de estudio. Igualmente, en el perfil estratigráfico en el Anexo C.

En general este estrato se diferencia del estrato superficial en que este tiene una consistencia menor, su composición posee más arcillas que el anterior estrato, y que este estrato se trata de un depósito aluvial, mientras los estratos superficiales caracterizados anteriormente son en algunos casos rellenos antrópicos.

En la Tabla 6-9 se muestra la apariencia del estrato expuesto en esta sección. Este material es un material fino húmedo de color verde oliva. Este estrato se ubica justo después del estrato superficial en las perforaciones donde fue

encontrado. En algunos casos el material continúa hasta el final de la perforación, mientras en otros va hasta los 7 metros donde se encuentra un material arenoso posteriormente.



**Figura 6-8. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH-3 donde se aprecia el depósito aluvial fino.**

En la Tabla 6-21 se observa a partir de los análisis de granulometría que el estrato está conformado por partículas finas, incluso en el valor mínimo obtenido para el pasa 200 arroja un 78% de finos. La presencia de gravas y arenas gruesas es nula en todos los casos. En la mayoría de casos hay arenas finas en una cantidad considerable pues superan el 15% de contenido en varios casos. Al observar la cantidad de partículas menores a las dos micras, se obtiene que la mayoría de finos son limos. Con los anteriores resultados se clasificó al material como un material predominantemente fino.

**Tabla 6-21. Resumen de ensayos de granulometría para el depósito aluvial fino.**

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			% PARTI. < 2 $\mu$ m
	T - N°4 (%)	T - N°40 (%)	T - N°200 (%)	
<b>Promedio</b>	100	97	88	9
<b>Máximo</b>	100	100	98	9
<b>Mínimo</b>	100	93	78	9
<b>Desv. Estandar</b>	0	3	9	ND
<b>N. Datos</b>	7	7	7	1
<b>CV</b>	0%	3%	10%	ND

De acuerdo a la clasificación mostrada en la Tabla 6-22, los suelos son de baja plasticidad y varían en su gran mayoría se clasifican como arcillas magras. Teniendo en cuenta los resultados de granulometría y la inspección visual de las muestras, de manera general el estrato es clasificado como una arcilla magra con arena (CL). No se clasifica como limo a pesar del resultado del ensayo de granulometría por hidrómetro que dice que solo el 9% de las partículas son arcillas, esto debido a que en la clasificación de Casagrande se obtiene a este estrato como arcilla en todos los resultados. Teniendo en cuenta que hay siete clasificaciones por el método de Casagrande y solo uno por tamizado por hidrómetro, se clasifica a este estrato como una arcilla magra. Los puntos evaluados son ubicados en la carta de Casagrande en la Figura 6-9.

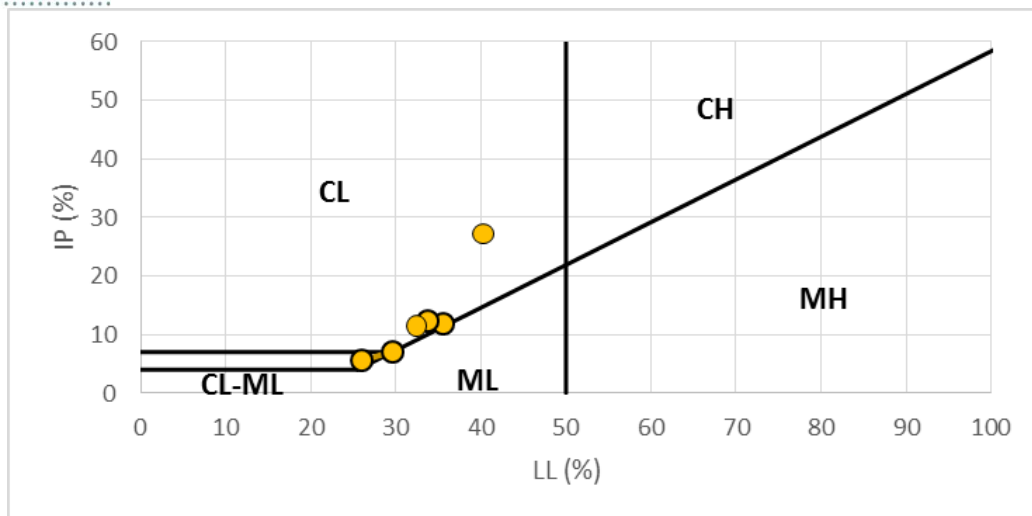


Figura 6-9. Ubicación de los casos evaluados en la carta de Casagrande para el estrato aluvial fino.

Tabla 6-22. Clasificación de los suelos que conforman el depósito aluvial fino según la clasificación SCS.

Clasificación SCS		
CL	CL-ML	Total
6	1	7

La Tabla 6-23 muestra el resumen de los valores de  $N_{60}$  los cuales fueron escogidos dado que este estrato se compone principalmente por finos. Para este estrato los resultados del ensayo de SPT se ubican entre los 2 y los 6 golpes por pie. Teniendo en cuenta esto el estrato tiene una consistencia blanda y medio firme. De manera general se clasifica a este estrato como blando.

Tabla 6-23. Ensayos de resistencia In situ para el depósito aluvial fino.

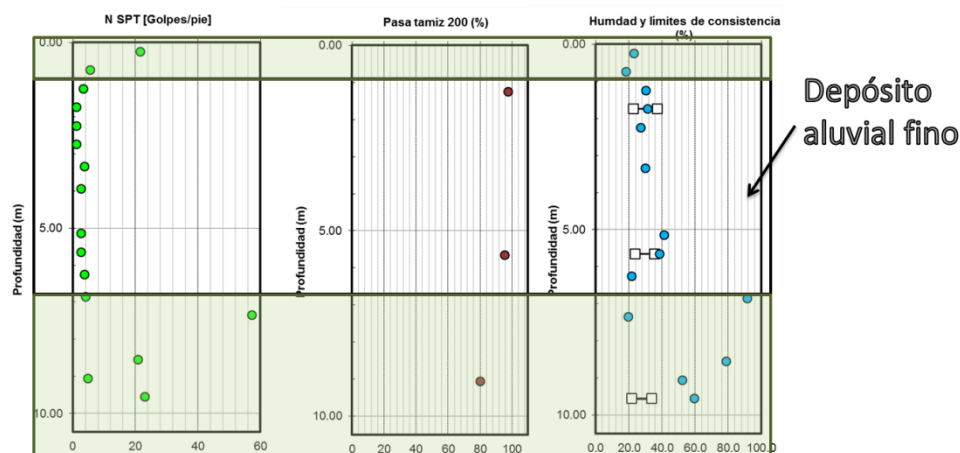
	SPT (golpes/pie)
Promedio	4
Máximo	8
Mínimo	1
Desv. Estandar	2
N. Datos	38
CV	50%

En la Tabla 6-24 se observa que para este estrato la humedad oscila entre el 21% y el 79% en la mayoría de los casos, con lo cual se puede catalogar el suelo como de alta humedad. El comportamiento del suelo se encuentra en estado líquido. Esto implica que el suelo tiene una baja resistencia debido a la alta humedad que puede ser generada por la cercanía al río. La plasticidad del suelo es baja a media de acuerdo con el índice de liquidez que oscila entre el 6% y el 20% en la mayoría de casos. De manera general el estrato se clasifica como de plasticidad baja.

**Tabla 6-24. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el depósito aluvial fino.**

	w (%)	Límites de Atterberg			
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	Índice de liquidez
<b>Promedio</b>	47	34	21	13	2.92
<b>Máximo</b>	136	40	24	27	9.35
<b>Mínimo</b>	21	26	13	6	0.53
<b>Desv. Estandar</b>	32	5	4	7	2.98
<b>N. Datos</b>	29	7	7	7	7
<b>CV (%)</b>	68%	15%	19%	54%	102%

En la Figura 6-10 se muestra cómo cambian los valores de  $N_{60}$ , pasa 200, y el estado de consistencia con respecto a la profundidad en una perforación representativa y que se muestra a manera de ejemplo. En el Anexo E se muestran los demás resultados obtenidos. El número de golpes es bajo a lo largo de la profundidad y el suelo tiene una consistencia baja aunque en profundidades superiores a los 6 m es más usual encontrar el estrato con consistencia firme. Sobre la variabilidad de la humedad con la profundidad, se puede observar que esta aumenta levemente con la profundidad. El estado del estrato de manera general se encuentra en estado de consistencia líquido con más de 4 m de profundidad. El suelo está compuesto por material fino casi en su totalidad a lo largo de toda la profundidad. Los demás esquemas se presentan en el Anexo E.



**Figura 6-10. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH-3 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para depósito aluvial fino.**

En la Tabla 6-25 se muestran los resultados de gravedad específica y de materia orgánica obtenidos para este estrato. La cantidad de materia orgánica obtenida indica que el estrato se conforma principalmente por minerales como lo indica la Tabla 6-11. Esto es aceptable para un suelo de fundación que se conforma por un depósito aluvial. De los ensayos de gravedad específica se puede observar la poca variabilidad que obtuvieron los resultados. Esto indica que la caracterización efectivamente agrupa suelos con características geomorfológicas similares.



Tabla 6-25. Resumen de ensayos de materia orgánica y gravedad específica para el depósito aluvial fino.

	M.O (%)	Gs
Promedio	7.2	2.72
Máximo	7.2	2.74
Mínimo	7.2	2.69
Desv. Estandar	ND	0.02
N. Datos	1	4
CV (%)	ND	1%

### 6.6.3 Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas sueltas de color gris, humedad baja, densidad suelta.

Este estrato agrupa suelos granulares con bajos valores SPT y que tenían similitudes visuales entre sí. Este estrato conformado por una arena limosa fue encontrado en los siguientes sondeos: PT-POACH2-2, PT-POACH-4. Basándose en esta información, se estimó cómo se desarrolla el estrato durante el tramo evaluado. En el capítulo siguiente en la zonificación geotécnica se muestra cómo se desarrolla este estrato al igual que en el Anexo C. En general este estrato se diferencia de los estratos analizados previamente en que este posee una composición granular. Adicionalmente la condición de este estrato en cuanto a la densidad en que se encuentra es suelta, y no posee consistencia.

En la Figura 6-11 se muestran las muestras de la perforación PT-POACH2-2 donde se aprecia visualmente el material de este estrato. El material tiene un color café grisáceo con apariencia húmeda. Este estrato se ubica justo después del estrato superficial y fue hallado después de un metro de perforación. El estrato finaliza entre los 6 m y los 9 m de profundidad. Como se puede observar en la Figura 6-4 las muestras no tenían consistencia y de acuerdo con la inspección de campo, este estrato se tenía una densidad suelta.



**Figura 6-11. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH2-2 donde se aprecia el depósito aluvial arenoso suelto.**

En la Tabla 6-26 se muestran los análisis de granulometría para el estrato. Los materiales finos están entre el 21% y el 9%. La presencia de gravas es nula, las arenas gruesas y medias en promedio conforman el 21% del material. Las arenas finas conforman la mayor parte del material, en promedio el 64% de este estrato. Adicionalmente se puede observar que los materiales finos se componen de materiales limosos. Con los anteriores resultados se clasificó al material como un material predominantemente grueso y específicamente de arenas finas con materiales cohesivos pues el pasa 200 es usualmente mayor al 12%.

**Tabla 6-26. Resumen de ensayos de granulometría para el depósito aluvial arenoso suelto.**

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			% PARTI. < 2 $\mu$ m
	T - N°4 (%)	T - N°40 (%)	T - N°200 (%)	
<b>Promedio</b>	99	79	15	1.3
<b>Máximo</b>	100	94	26	1.3
<b>Mínimo</b>	95	68	11	1.3
<b>Desv. Estandar</b>	2	10	6	ND
<b>N. Datos</b>	5	5	5	1
<b>CV</b>	2%	13%	40%	ND

De acuerdo a la clasificación mostrada en la Tabla 6-27, los suelos son arenosos con presencia de limos, y en algunos casos el suelo se considera mal gradado. Teniendo en cuenta esto y los resultados de granulometría para este estrato, se clasifica el estrato como una arena limosa, aunque se tendrá en cuenta que en algunos casos se comporta como una arena pobremente gradada con limo.

**Tabla 6-27. Clasificación de los suelos que conforman el depósito aluvial arenoso suelto según la clasificación SUCS.**

Clasificación SUCS		
SM	SP-SM	Total
3	2	5

La Tabla 6-17Tabla 6-28 muestra el resumen de los valores de  $(N_{60})_1$  para 17 ensayos de SPT. Estos resultados arrojan que esta arena tiene entre los 4 y los 9 golpes usualmente en el ensayo de SPT. Para este estrato los resultados del ensayo de SPT se ubican entre los 2 y los 6 golpes por pie. Basándose en el criterio expuesto en la Tabla 6-10 se considera que es un material suelto.

**Tabla 6-28. Ensayos de resistencia In situ para el depósito aluvial arenoso suelto.**

	SPT (golpes/pie)
<b>Promedio</b>	6
<b>Máximo</b>	13
<b>Mínimo</b>	3
<b>Desv. Estandar</b>	3
<b>N. Datos</b>	27
<b>CV</b>	50%

En la Tabla 6-29 se observa que para este estrato la humedad oscila entre el 8% y el 24% en la mayoría de los casos, con lo cual se puede catalogar el suelo como de humedad baja. Dado que se trata de un material granular la humedad

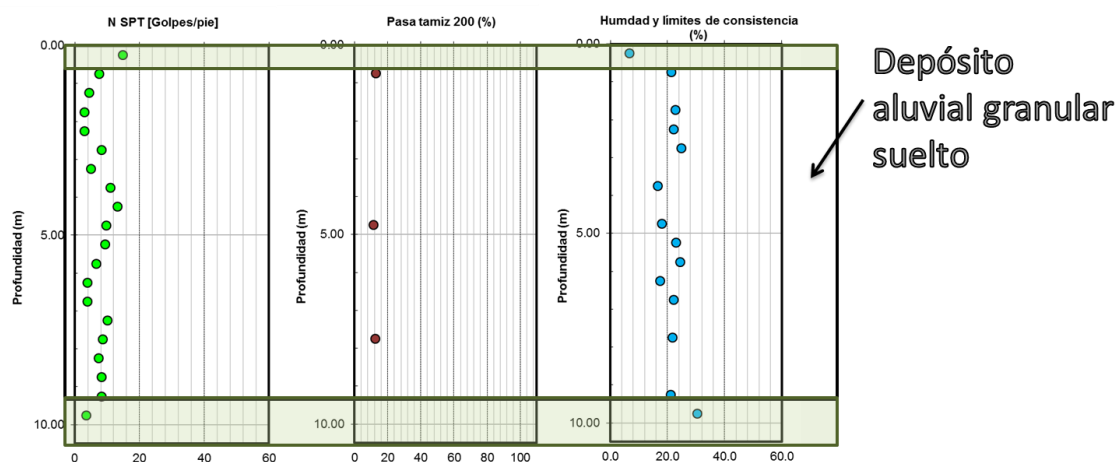
no es un factor determinante en los parámetros de resistencia del suelo. En la misma tabla se puede observar que el material fino no presentó plasticidad, lo cual indica que los finos de este estrato se conforman principalmente por limos.

**Tabla 6-29. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el depósito aluvial arenoso suelto.**

	w (%)	Límites de Atterberg			
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	Índice de liquidez
Promedio	16	NL-NP			
Máximo	25				
Mínimo	2				
Desv. Estandar	8				
N. Datos	18	5	5	5	5

NL-NP= No líquido - No Plástico

En la Figura 6-12 se muestra cómo cambian los valores de  $(N_{60})_1$ , pasa 200, y el estado de consistencia con respecto a la profundidad. En este caso el número de golpes es bajo a lo largo de la profundidad y el estrato tiene una densidad suelta durante la toda la profundidad.



**Figura 6-12. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH2-2 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para depósito aluvial granular suelto.**

En la Tabla 6-30 se muestran los resultados de gravedad específica y de materia orgánica obtenidos para este estrato. La cantidad de materia orgánica obtenida indica que el estrato se compone por un suelo mineral. Esto es aceptable para un suelo de fundación que se conforma por un depósito aluvial. De los ensayos de gravedad específica se puede observar la poca variabilidad que obtuvieron los resultados incluso si se comparan con los resultados del depósito aluvial fino explicado en la sección anterior. Estos valores son los esperados para un material aluvial de la zona.

**Tabla 6-30. Resumen de ensayos de materia orgánica y gravedad específica para el depósito aluvial arenoso suelto.**

	M.O (%)	Gs
Promedio	1.6	2.72
Máximo	1.6	2.72
Mínimo	1.6	2.71
Desv. Estandar	ND	0.01
N. Datos	1	2
CV (%)	ND	0%

**6.6.4 Depósito aluvial arenoso denso: Arenas pobremente gradadas con limos de color pardo fuerte, estado densas, y de humedad baja.**

Este estrato agrupa suelos granulares con valores reportados de SPT altos y que tenían similitudes visuales entre sí. A diferencia del estrato anterior este tiene un nivel de compactación mayor. Este estrato es conformado por una arena limosa y se encontró en los sondeos PT-POACH-4, y PT-POACH-3. Basándose en esta información, se estimó cómo se desarrolla el estrato durante el tramo evaluado. La descripción puede apreciarse en el perfil estratigráfico en el Anexo C y posteriormente en este informe en la zonificación geotécnica será expuesta la extensión estimada para este estrato.

En la Tabla 6-14 se muestran la perforación PT-POACH-4 donde se aprecia visualmente el material descrito. El color del material es pardo fuerte con apariencia saturada. Este estrato se ubica con más profundidad que los estratos expuestos anteriormente, usualmente empiezan en los 7 m cuando fue hallado, continuando hasta el final de las perforaciones.



**Figura 6-13. Muestras de laboratorio del sondeo PT-POACH-4 donde se aprecia el depósito aluvial arenoso denso.**

El análisis de granulometría es resumido en la Tabla 6-31 para este estrato. Los materiales finos son de alrededor del 9% del material, y la presencia de gravas es del 6% según el resultado. Por lo cual el 85% del material está conformado

por arenas. De las arenas el 28 % corresponden a arenas gruesas y medias, mientras el 55% del material se compone de arenas finas. De este ensayo se concluye que el estrato se compone de arenas casi en su totalidad.

**Tabla 6-31. Resumen de ensayos de granulometría para el depósito aluvial arenoso suelto.**

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	T - N°4 (%)	T - N°40 (%)	T - N°200 (%)
<b>Promedio</b>	94	66	9
<b>Máximo</b>	94	66	9
<b>Mínimo</b>	94	66	9
<b>Desv. Estandar</b>	ND	ND	ND
<b>N. Datos</b>	1	1	1
<b>CV</b>	ND	ND	ND

De acuerdo a la clasificación mostrada en la Tabla 6-16, que corresponde a la clasificación del SUCS, los suelos son arenas pobremente gradadas con limos. Integrando los resultados granulométricos la clasificación final del estrato es de una arena pobremente gradada con limos.

**Tabla 6-32. Clasificación de los suelos que conforman el depósito aluvial arenoso denso según la clasificación SUCS.**

Clasificación SUCS	
SP-SM	Total
1	1

La Tabla 6-17 muestra el resumen de los valores de  $(N_{60})_1$  para el estrato de arena analizado. Con esta información se establece que en el estrato la mayoría de ensayos dan valores entre los 20 golpes y los 60 golpes por pie. Por este motivo se clasifica al estrato como un material granular denso, aunque en algunos casos podría clasificarse como muy denso.

**Tabla 6-33. Ensayos de resistencia In situ para el depósito aluvial arenoso denso.**

	$(N_{60})_1$ (golpes/pie)
<b>Promedio</b>	34
<b>Máximo</b>	73
<b>Mínimo</b>	15
<b>Desv. Estandar</b>	19
<b>N. Datos</b>	10
<b>CV</b>	29%

En la Tabla 6-34 se observa que para este estrato la humedad oscila entre el 15% y el 60% lo cual es un margen amplio. Esto indica que el material tiene diversos contenidos de humedad que en general se puede catalogar como baja. Se debe tener en cuenta que el flujo en un material granular como este es alto por lo que altos cambios de humedad son normales y adicionalmente la humedad no es un factor determinante en los parámetros de resistencia para el tipo de suelo que conforma el estrato. Por esta razón esta generalización se considera adecuada.



Tabla 6-34. Resumen del análisis para el comportamiento según la humedad en el depósito aluvial arenoso denso.

	w (%)	Límites de Atterberg			
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	Índice de liquidez
Promedio	30	NL-NP			
Máximo	79				
Mínimo	11				
Dev. Estandar	25				
N. Datos	8	1	1	1	1

NL-NP= No líquido - No Plástico

En la Figura 6-14 se muestra cómo cambian los valores de  $(N_{60})_1$ , pasa 200, y la humedad del suelo con la profundidad. En este caso el número de golpes alto y el cambio súbito con respecto al material que está en la parte superior. La humedad permanece constante a lo largo que la profundidad incrementa.

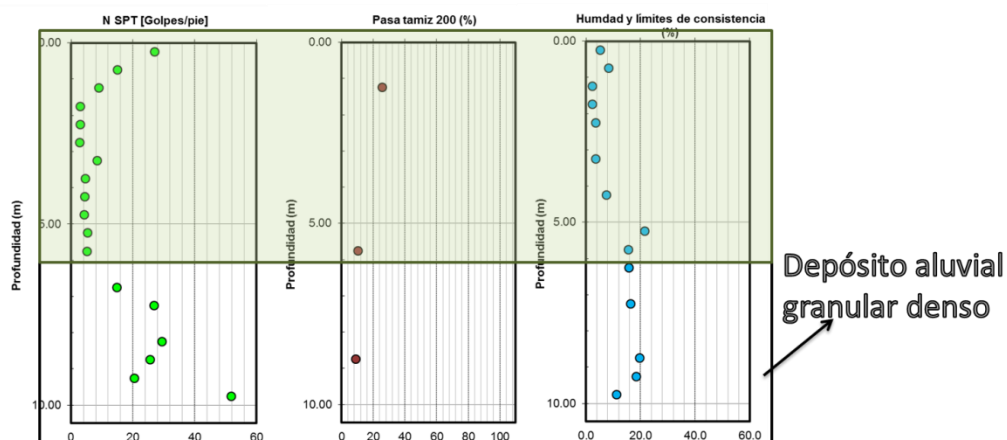


Figura 6-14. Esquema de los resultados en la perforación PT-POACH-4 donde se aprecia el cambio de los valores con la profundidad para depósito aluvial granular denso.

La gravedad específica encontrada es de 2.73 para este material. Esto es muy similar a lo encontrado en los demás depósitos aluviales lo que indica que todos estos estratos catalogados como depósitos aluviales tienen una composición similar.

#### 6.6.5 Resumen de la clasificación de los estratos.

En las Tabla 6-35 y Tabla 6-36 se resumen los análisis expuesto previamente.

Tabla 6-35. Resumen de caracterización geotécnica, primera parte.

	Color	Descripción principal por tamaño	Humedad	Plasticidad	Consistencia (cohesivos)
<b>Estrato Superficial:</b>	Marrón	Arcillas	Media	Media	Firme
<b>Depósito aluvial fino</b>	Verde oliva	Arcillas	Alta	Baja	Blanda
<b>Depósito aluvial arenoso suelto</b>	Gris	Arenas	Baja	NA	NA
<b>Depósito aluvial arenoso denso</b>	Pardo fuerte	Arenas	Baja	NA	NA

Tabla 6-36. Resumen de caracterización geotécnica, segunda parte.

	Densidad (granulares)	Dispersividad	Materia orgánica	Símbolo de resumen	SUCS
<b>Estrato Superficial:</b>	NA	No dispersivo	Mineral Orgánico	CL-O	Arcillas Magras con arena
<b>Depósito aluvial fino</b>	NA	No dispersivo	Mineral Orgánico	CL-O	Arcillas magras
<b>Depósito aluvial arenoso suelto</b>	Suelta	ND	Mineral	SM	Arena limosa
<b>Depósito aluvial arenoso denso</b>	Densas	ND	ND	SP-SM	Arenas pobremente gradadas con limos

## 6.7 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con los análisis presentados en las secciones anteriores, se realizó una zonificación donde los estratos donde se asientan las protecciones de orilla tienen características similares. Esta zonificación es mostrada en la Figura 6-15.



**Figura 6-15. Zonificación geotécnica del suelo de fundación de la protección de orilla No. 1 y No. 3 en el tramo de estudio.**

Para cada zona de caracterización se tienen los estratos mostrados en la Tabla 6-35 y la Tabla 6-36. Un bosquejo de la caracterización para cada zona es mostrada en la Figura 6-16.

	Zona 1		Zona 2
Prof. (m)		Prof. (m)	
0	Estrato Superficial: Arcillas magras con arena de color marrón, consistencia firme	0	Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas, estados sueltas, humedad baja.
2.0 a 3.5	Depósito aluvial fino: Arcillas magras de color verde oliva, consistencia blanda y humedad alta	5 a 10<	Depósito aluvial arenoso denso: Arenas pobremente gradadas con limos, estado densas, humedad baja.
4 a 10<	Depósito aluvial arenoso denso: Arenas pobremente gradadas con limos, estado densas, humedad baja.		

**Figura 6-16. Bosquejos de la posición de los estratos en las diferentes zonas geotécnicas en la zona en el tramo de estudio.**

En la Tabla 6-37 se muestra con más detalle de donde a donde está definida cada zona de acuerdo a la interpretación estratigráfica del equipo de Suelos Ingeniería.

**Tabla 6-37. Resumen de la estratigrafía del tramo estudiado para las protecciones de Orilla No.1 y No.3 Achí**

	Abcisas	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 2
<b>Zona 1</b>	K0 +000 a K0+ 050 K0 +180 a K1+ 063	Arcillas magras con arena	Arcillas magras consistencia blanda	Arenas densas pobremente gradadas.
<b>Zona 2</b>	K0+ 050 a K0 +180	Arenas sueltas limosas	Arenas densas pobremente gradadas	ND

ND: No disponible

En la Tabla 6-38 se resume la zonificación global y geométricas para las Protecciones de Orilla No.1 y No. 3

**Tabla 6-38. Zonificación global que resume la zonificación geotécnica y geométrica.**

Zona global	Zona geométrica	Zona Geotécnica	Abscisa inicial	Abscisa final
Zona 1	1	1	k0 + 000	K0 +050
Zona 2	1	2	K0 +050	K0 +205
Zona 3	2	1	K0+ 205	K0+ 302
Zona 4	3	1	K0+ 302	K0+ 344
Zona 5	4	1	K0+ 344	K1+ 063

## 6.8 PARÁMETROS MECÁNICOS DE LOS ESTRATOS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Los parámetros de resistencia son presentados en esta sección con el fin de modelar el comportamiento geo mecánico del suelo en las futuras etapas de este proyecto. Los parámetros de resistencia del suelo se definen para ser modelados según el criterio de falla de Mohr-Coulomb sin plasticidad y sin endurecimiento.

Para la determinación de los parámetros de resistencia al corte en condiciones drenadas y no drenadas se utilizaron dos metodologías: medidas directas a partir de pruebas de laboratorio, y estimación a partir de valores de penetración estándar y de clasificación.

### 6.8.1 Estrato superficial: Arcillas magras con arena

Sobre este material se realizó un ensayo de corte directo consolidado y drenado para caracterizar el material en condiciones drenadas. La Tabla 6-39 muestra los resultados obtenidos para la resistencia al corte.

**Tabla 6-39. Resultados de la resistencia al corte drenada por ensayo de laboratorio para el estrato superficial.**

Corte Directo CD	
$\Phi'$ (°)	c' (kPa)
27	6.2

De acuerdo con la clasificación de este material los valores de cohesión deberían estar en el rango de 18 y 32 grados, (Minnesota Department of Transportation 2007). La cohesión para una arcilla magra debería estar entre los 10 y los 20 kPa. De acuerdo con los resultados de laboratorio este material es menos cohesivo de los esperado, aunque esto se podría explicar que el material posee trazas de arena y no es un suelo puramente mineral, sino tiene una parte orgánica

también. Por estas razones se considera que los valores arrojados por el ensayo de corte directo son representativos del estrato asignando un ángulo de fricción y una cohesión drenada de 27 grados y 6.5 kPa respectivamente.

Para estimar la resistencia no drenada se usó el criterio de Sowers (1954) para arcillas de baja plasticidad el cual es mostrado en la Figura 6-17. Basándose en este criterio este material tiene una resistencia al corte de 52 kPa. Basándose en el criterio de Yilmaz (2000) este material debe tener una resistencia al corte no drenada de 36.6 kPa. Finalmente un material de consistencia firme como el evaluado, debe tener una resistencia al corte entre 50 y 100 kPa. Con estos tres resultados y dada la incertidumbre que se tiene al escoger un valor de correlaciones, se tomó el menor valor de los tres con el fin de asegurar la estructura. Por este motivo se escogió una resistencia al corte de 36.6 kPa.

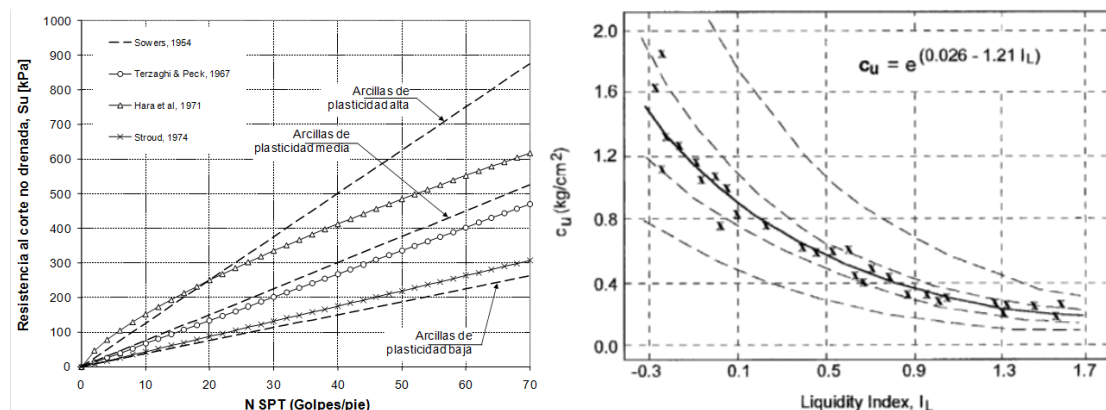


Figura 6-17. Correlaciones para arcillas basándose en el SPT encontrado. Izquierda Sowers (1954), derecha Yilmaz (2000).

Como se observa en la Tabla 6-40, los valores encontrados sobre el peso unitario por un ensayo de laboratorio es de 16.2 kN/m³. Teniendo en cuenta los valores del SPT y usando correlaciones con el tipo de material el valor esperado es de 16.5 kPa/m³. Basándose en estos tres resultados, se decidió escoger un valor de 16.5 kN/m³ que es un valor cercano al obtenido en laboratorio y satisface la descripción de los suelos.

Tabla 6-40. Resultados de los ensayos de laboratorio para peso unitario para el estrato Superficial.

	Ensayo de laboratorio
	$\gamma$ (kN/m³)
Promedio	16.2
Máximo	16.2
Mínimo	16.2
Desv. Estandar	NA
N. Datos	1
CV (%)	NA

### 6.8.2 Estrato Aluvial fino: Arcillas magras

Este estrato compone la mayoría del suelo estudiado y se realizaron dos ensayos de corte directo. La Tabla 6-41 se muestran los resultados obtenidos para la resistencia al corte.



**Tabla 6-41. Resultados de la resistencia al corte no drenada y drenada por ensayo de laboratorio para el estrato aluvial fino.**

Corte Directo CD		
	$\Phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
<b>Promedio</b>	23.4	8
<b>Máximo</b>	28.2	11
<b>Mínimo</b>	18.5	4
<b>Desv. Estandar</b>	6.9	5
<b>N. Datos</b>	2	2

De acuerdo con la clasificación de este material los valores de cohesión deberían estar en el rango de 18 y 32 grados, la cohesión para una arcilla magra debería estar entre los 10 y los 20 kPa (Minnesota Department of Transportation 2007). En cuanto al ángulo de fricción los resultados de corte directo obtenidos están en los límites del rango de valores esperado. Teniendo en cuenta esto se decide tomar el promedio de los valores ya que ambos valores son representativos del estrato lo que arroja 23 grados de ángulo de fricción. Sobre la cohesión los valores obtenidos son significativamente menores a lo esperado. Basándose en esto se decide tomar una cohesión de 8 kPa que es el promedio de los ensayos de CD, y es un valor cercano al mínimo esperado para una arcilla magra con una baja cantidad de materia orgánica.

En la Tabla 6-42 se muestran los valores obtenidos por ensayos de compresión confinada. Estos valores son similares por lo cual se considera que el promedio es un valor aceptable para resumir los ensayos de compresión confinada. Al tener en cuenta la clasificación del material y las correlaciones presentadas en la Figura 6-17. Según estas se espera que el material tenga una resistencia al corte de 8.36 kPa según su índice de liquidez y de 14.9 kPa. Es importante observar que el índice de liquidez del suelo posee una alta variabilidad en este estrato por lo que no se considera que sea un buen ítem de selección. De acuerdo con la consistencia la resistencia al corte debería ser de 12.5 kPa hasta 25.0 kPa. Basándose en esta información se toma el promedio de la resistencia al corte no drenada por ensayos de compresión confinada, 17.3 kPa. Esto debido a que el valor se ajusta a la consistencia del material y este es un resultado que fue obtenido de ensayos a muestras extraídas.

**Tabla 6-42. Resistencia al corte no drenada determinada con ensayos de compresión confinada.**

	<b>Su (kPa)</b>
<b>Promedio</b>	17.3
<b>Máximo</b>	18.4
<b>Mínimo</b>	16.2
<b>N. Datos</b>	2

Como se observa en la Tabla 6-40, los valores encontrados sobre el peso unitario por ensayos de laboratorio es de 17.2 kN/m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta que los valores se agrupan hacia valores similares y se tiene una baja variabilidad con un CV del 4%, se toma de manera general el promedio de los valores obtenidos con ensayos de laboratorio de 17.2 kN/m<sup>3</sup>.

Tabla 6-43. Resultados de los ensayos de laboratorio para peso unitario para el estrato aluvial fino.

	Ensayo de laboratorio
	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Promedio	17.2
Máximo	18.0
Mínimo	16.7
Desv. Estandar	0.7
N. Datos	3
CV (%)	4%

### 6.8.3 Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas sueltas

Este estrato conformado por arenas sueltas es caracterizado geomecánicamente en esta sección. De acuerdo al valor de SPT en promedio se obtuvieron 6 golpes, ajustando esto al  $N_{70}$ , el valor de ángulo de fricción es de 25 grados, Shioi and Fujui (1982).

$$\phi = \sqrt{18 (N_{70})_1} + 15$$

El cuerpo de ingenieros de Estados Unidos recomienda relacionar la densidad a través de la correlación mostrada en la Figura 6-18. Con esta relación el ángulo de fricción de este material debe estar entre los 32 y los 35 grados. Este valor puede ser alto con respecto al verdadero valor de la muestra ya que el contenido de finos de este material es apreciable.

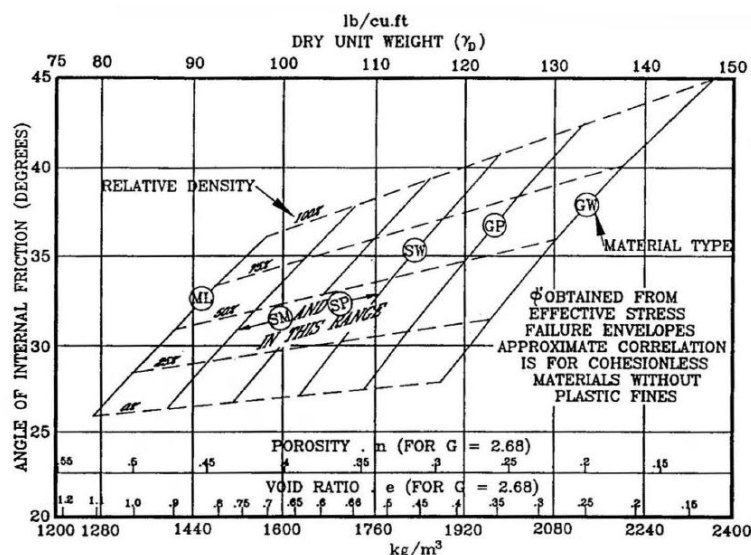


Figura 6-18. Ángulo de fricción de arenas para de acuerdo a NAVFAC DM-7.

El valor esperado para una arena limosa suelta debe estar entre los 27 y los 33 grados (Carter y Bentley, Correlations of soils properties 1991). Basándose en esto se decidió escoger 25 grados como ángulo de fricción ya que es un valor cercano lo mínimo esperado según la bibliografía y a lo determinado con las correlaciones de un ensayo de SPT.

Debido a que el material tiene un contenido de finos superior al 12%, se clasificó el material como una arena limosa suelta. En este caso se espera que la cohesión del material esté alrededor de los 7 kPa (Association of Swiss Road and Traffic Engineers 2010).

En la Tabla 6-44 se muestra un resumen de los valores de peso unitario. Los dos ensayos obtuvieron valores similares y estos valores son los esperados para arenas limosas sueltas. Por lo cual se toma el promedio entre ambos que arroja 16.5 kN/m<sup>3</sup>.

**Tabla 6-44. Resultados de los ensayos de laboratorio para peso unitario para el estrato aluvial fino.**

	Ensayo de laboratorio
	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Promedio	16.5
Máximo	16.7
Mínimo	16.3
Desv. Estandar	0.3
N. Datos	2
CV (%)	2%

#### 6.8.4 Depósito aluvial arenoso denso: Arenas pobremente gradada con limos

Este estrato conformado por arenas sueltas cercanas a la superficie y de densidad suelta es caracterizado en esta sección. De acuerdo al valor de SPT se obtuvieron 34 golpes. De acuerdo con la relación este de Shioi and Fujui (1982) el ángulo de fricción del material debe ser de 39 grados. Este valor es consistente para una arena densa pobremente gradada, la cual debe tener un ángulo de fricción entre los 36 y los 41 grados (Peak, Hanson y Thornburn 1974). Debido a esto se considera que 39 grados es un valor adecuado con respecto a los resultados obtenidos. Sobre la cohesión no se espera que un material pobremente gradado tenga cohesión (Association of Swiss Road and Traffic Engineers 2010), por esta razón y tomando un criterio conservador se estima que el material tiene 0kPa de cohesión a pesar de que tiene limos.

$$\varphi = \sqrt{18 (N_{60})_1} + 15$$

Para estimar la densidad de este material se tomó un valor promedio en la bibliografía para arenas densas pobremente gradadas. El valor tomado es de 19.5 kPa/m<sup>3</sup> (Association of Swiss Road and Traffic Engineers 2010).

#### 6.8.5 Resumen de los parámetros de resistencia para los estratos.

Como se mencionó anteriormente, los análisis se realizarán con un modelo de Mohr-Coulomb sin plasticidad y sin endurecimiento para determinar la rotura. Los parámetros estimados para realizar los análisis futuros son mostrados en la Tabla 6-45.

**Tabla 6-45. Resumen de los parámetros de los estratos para desarrollar un modelo de Mohr coulomb.**

	Su (kPa)	$\Phi$ (°)	c (kPa)	$\gamma$ (kN/m³)
<b>Estrato superficial</b>	36.6	27	6.5	16.5
<b>Depósito aluvial fino</b>	17.3	23	8	17.2
<b>Depósito aluvial arenoso suelto</b>	NA	25	7	16.5
<b>Depósito aluvial arenos denso</b>	NA	39	0	19.5

## 6.9 PARÁMETROS DE DEFORMABILIDAD DE LOS ESTRATOS

Los parámetros de deformabilidad fueron establecidos por medio de correlaciones que evalúan la clasificación del suelo y las condiciones de campo de cada suelo. A continuación se explica el procedimiento evaluado.

### 6.9.1 Determinación del módulo de Young y del Poisson para los materiales presentes en la zona.

A continuación se presentan los módulos de elasticidad de los estratos ( $E_s$ ) de acuerdo a sus características generales, este hace referencia a los módulos de esfuerzo y deformación axial en el rango elástico.

El módulo de elasticidad para el estrato superficial fue estimado de acuerdo a su clasificación como arcillas magras de consistencia firme. En este caso se espera que el material tenga una rigidez entre los 5 MPa y los 8 MPa (Kezdi 1974). De acuerdo con la relación de Gallanm and Kulhawy (1985), la cual se explica en la siguiente ecuación, el material debería tener 7.4MPa como módulo de Young. Este valor se toma como módulo para este material ya que satisface los valores esperados.

$$E = 100kPa \cdot 5 \cdot SPT$$

Para el estrato aluvial fino se esperan valores entre 0.5MPa y 5 MPa que es una arcilla de baja plasticidad con consistencia blanda. De acuerdo con el número de golpes se espera que este material tenga un Módulo de elasticidad de 2 MPa. Este valor será el asignado al estrato aluvial fino.

Para los estratos aluvial arenoso suelto debe tener un módulo de elasticidad entre 7 y 12 MPa (Kezdi 1974). De acuerdo con el número de golpes este estrato debe tener un módulo de 6 MPa, lo cual se calcula con la siguiente ecuación Gallanm and Kulhawy (1985).

$$E = 100kPa \cdot 10 \cdot SPT_{corregido}$$

Con esto en cuenta, se escoge un valor de 6 MPa como módulo de elasticidad para las arenas aluviales sueltas ya que es un valor cercano al mínimo en el rango esperado y es lo obtenido según el número de golpes.

El material arenoso denso debe tener un módulo de elasticidad cercano a los 34 MPa de acuerdo a sus números de golpes. Para un material arenoso con estas características se espera que el módulo esté entre los 30MPa y los 50 MPa. Teniendo esto en cuenta se escoge el valor hallado con el resultado de los SPT.

Finalmente el módulo de Poisson fue adoptado con base en valores típicos de la literatura. Véase (Budhu 2007).

Tabla 6-46. Módulo de elasticidad ( $E_s$ ) y de Poisson ( $\nu$ ) de los estratos en el tramo de estudiado.

Tipo de material	$E_s$ (MPa)	$\nu$ (-)
Estrato superficial (Acillas Margas)	7.4	0.30
Estrato aluvial fino (Acillas Margas)	2	0.30
Estrato aluvial arenoso (Arenas sueltas)	6	0.25
Estrato aluvial arenoso (Arenas densas)	34	0.25

### 6.9.2 Determinación de los parámetros para valorar el comportamiento por consolidación

Los parámetros de deformabilidad fueron determinados con correlaciones para cada estrato. Para determinar el índice de compresibilidad se usó la correlación mostrada en la Figura 6-19. Los resultados se muestran en la Tabla 6-47.

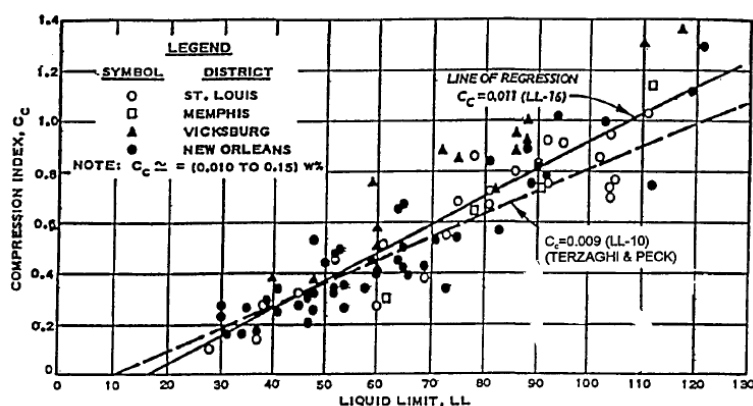


Figura 6-19. Correlación entre el límite líquido y el índice de compresión.

Para determinar el coeficiente de consolidación se usó la Figura 6-20 donde se supone que el suelo está en normalmente consolidado por lo cual se usa la curva "Cv in range of virgin compression".



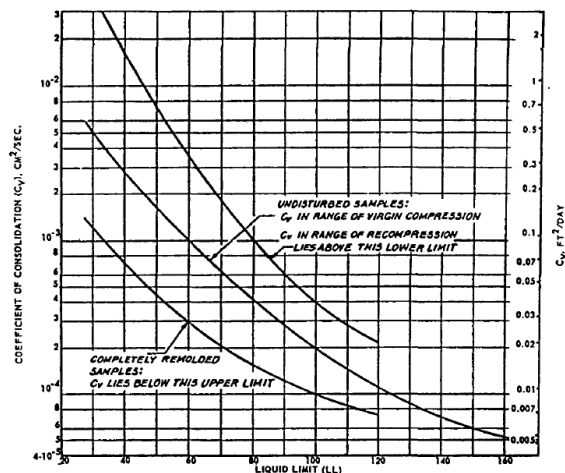


Figura 6-20. Coeficiente de consolidación en función del límite líquido.

Tabla 6-47. Resumen de los resultados de consolidación para cada estrato.

Tipo de material	Cc	Cv (10 <sup>-3</sup> )
Estrato superficial (arcillas magras)	0.29	1
Estrato de fundación aluvial (arcillas magras)	0.20	3
Estrato de fundación aluvial arenoso suelto	ND	ND
Estrato de fundación aluvial arenoso denso	ND	ND

ND: No disponible

## 6.10 PERMEABILIDAD DE LOS ESTRATOS

Para determinar los parámetros de permeabilidad se usó para los suelos la correlación mostrada en la Figura 6-21, la cual depende del índice de vacíos calculado con la gravedad específica y la humedad general de cada estrato, y el porcentaje de arcillas y el índice de plasticidad calculados de manera general para cada estrato en la sección 6.6.

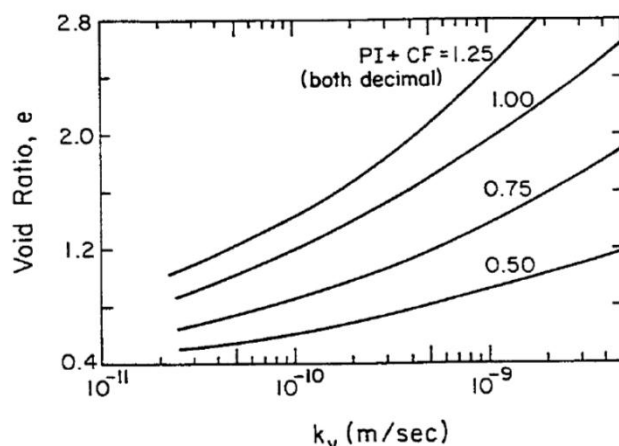


Figure 7-3. Vertical Coefficient of Permeability for Clay

Source: Tavenas, et al. (4), p. 658.

**Figura 6-21. Correlación para determinar la permeabilidad en arcillas.**

Los resultados para cada estrato arcilloso se muestran en la Tabla 6-48.

**Tabla 6-48. Determinación de la permeabilidad para estratos arcillosos de las protecciones de orilla Achí.**

ESTRATO	$\omega$ (%)	Gs	e	IP	K(m/s)
Estrato superficial (Acillas Margas)	28%	2.73	0.76	16%	<b>6.00E-10</b>
Estrato aluvial fino (Acillas Margas)	47%	2.72	1.28	27%	<b>2.00E-10</b>

Estas permeabilidades son consistentes con lo esperado de acuerdo a su clasificación y propiedades que para arcillas magras debe tener una permeabilidad entre el  $1E-8$  a  $1E-10$  (Association of Swiss Road and Traffic Engineers 2010). Esto clasifica a estos suelos como impermeables.

Para determinar la permeabilidad en el estrato arenoso se determinó su densidad relativa basándose en el número de golpes y se usó la correlación mostrada en la Figura 6-22. Con esta se determinó que el estrato aluvial arenoso suelto, tiene una permeabilidad de  $5E-5$  m/s. Mientras el depósito aluvial arenoso denso tiene una permeabilidad de  $2E-4$  m/s.

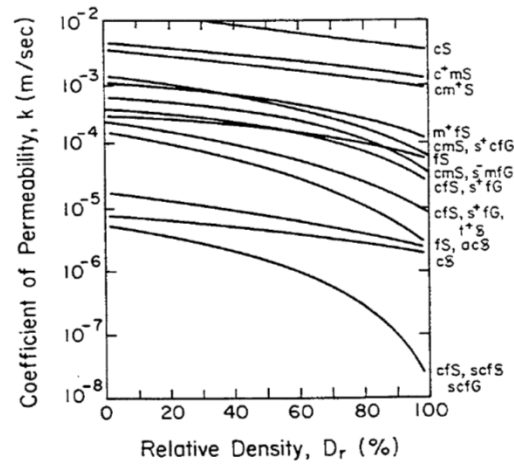


Figura 6-22. Correlación de permeabilidad para arenas basándose en la densidad relativa y el tamaño de partículas.

## 7. CONCLUSIONES

Luego de realizar la descripción y caracterización geométrica y geotécnica del tramo de estudio que incluye la protección de orilla No. 1 y la protección de orilla No.3 de Achí se obtienen las siguientes conclusiones a partir del estudio realizado:

1. El tramo analizado tiene reportes históricos de falla y de desbordamiento por lo cual se debe profundizar en la estabilidad de la estructura bajo condiciones de creciente.
2. Basándose en la inspección visual de las estructuras, estas no presenta eventos que eviten su funcionalidad como estructura de control de inundaciones. Esto debido a que se apreció que en el caso de la estructura metálica los principales elementos del núcleo siguen presentes y no se observó un deterioro de las bolsas. Sin embargo la estructura presenta un deterioro apreciable por corrosión del acero de la estructura.
3. La estructura metálica fue construida en el 2012 y se conforma principalmente por: pilotes hincados de 18 metros de profundidad, arriostras en diagonal, y geo bolsas rellenas de concreto.
4. La protección de orilla en madera no presenta deterioro visual como inclinación de la estructura o deterioro del material.
5. En los sitios donde no hay una estructura de protección de orilla en el tramo de estudio se aprecia una alta erosión que ha formado pendientes casi verticales en algunos casos.
6. El suelo del tramo de estudio se compone de materiales aluviales tanto finos como granulares. Cerca al río es usual encontrar suelos más granulares.
7. La cantidad de materia orgánica encontrada en los diferentes estratos no evidencia la presencia de suelos orgánicos o de turbas en el tramo de estudio.
8. Luego de la visita de inspección visual, y teniendo en cuenta la clase de estructura hallada, el tramo de estudio fue dividido en 4 zonas.
9. La zona 1 corresponde a una estructura metálica y geo bolsas rellenas de concreto. Por medio de estas estructuras se cerró la apertura hecha en el dique por el Río Cauca en el daño 2010.
10. La zona comprendida entre las abscisas K0+250 – K0+302 es de interés, ya que es un punto sin protección entre dos las dos protecciones de orilla estudiadas. Esta zona presenta erosión leve.
11. Para la caracterización de los estratos cercanos a las protecciones de orilla se llevó a cabo una campaña geotécnica compuesta de: 5 perforaciones con recobro y ensayo SPT.
12. Sobre las muestras extraídas de las perforaciones con recobro se ejecutaron ensayos de laboratorio para determinar los parámetros de clasificación y caracterización de los estratos. Los ensayos de laboratorio ejecutados consisten de entre otros: humedad, granulometría con lavado, granulometría con hidrómetro, límites de consistencia, peso unitario, ensayos de corte directo, compresión inconfiada, contenido de materia orgánica, y Pin Hole.
13. Los suelos de la zona están compuestos en su mayoría por depósitos aluviales estratificados de arcilla, limo y arena de grano fino. Los suelos arcillosos de naturaleza cohesiva abundan en la superficie, y tienden a tornarse más granulares con la profundidad. En las cercanías al río se pueden hallar superficialmente arenas aluviales sueltas.
14. Los parámetros de resistencia al corte para condiciones drenadas ( $c'$  y  $\phi'$ ) se calcularon por medio de ensayos de corte directo, y de correlaciones empíricas.
15. El suelo de fundación fue caracterizado con cuatro materiales de diferentes características. En cuanto a resistencia los materiales que conforman la fundación, la cohesión para los diferentes estratos varían entre los 0 kPa hasta los 10 kPa. Su ángulo de fricción está entre los 23 grados hasta los 39 grados.
16. Los parámetros de resistencia al corte no drenado para el suelo de fundación se obtuvieron por medio de ensayos de compresión inconfiada y correlaciones con la clasificación de cada material.

17. De acuerdo con la clasificación realizada, el suelo se conforma por arcillas magras de consistencia blanda y firme, y arenas pobremente gradadas densas y arenas limas sueltas.
18. De con los resultados de laboratorio de Pin Hole, las arcillas bandas no presentan vulnerabilidad a la dispersión.
19. Los valores obtenidos son congruentes con los valores esperados por la bibliografía. En general los materiales superficiales tienen valores del orden de magnitud  $\times 10^{-9}$  m/s mientras los materiales profundos poseen permeabilidades superiores al orden de  $\times 10^{-7}$  m/s.
20. Los parámetros geo mecánicos obtenidos para los estratos agrupados en este informe para el tramo de estudio se muestran a continuación.

	Su (kPa)	$\Phi$ (°)	c (kPa)	$\gamma$ (kN/m³)	k (m/s)
<b>Estrato superficial</b>	36.6	27	6.5	16.5	6.00E-10
<b>Depósito aluvial fino</b>	17.3	23	8	17.2	2.00E-10
<b>Depósito aluvial grueso suelto</b>	NA	27	7	16.5	5.00E-05
<b>Depósito aluvial grueso denso</b>	NA	39	0	19.5	2.00E-04

21. Se relacionaron las zonificaciones tanto geotécnica como geométrica de este tramo de estudio, dando origen a una zonificación global presentada en la tabla que se muestra a continuación.

Zona global	Zona geométrica	Zona Geotécnica	Abscisa inicial	Abscisa final
Zona 1	1	1	K0 + 000	K0 +050
Zona 2	1	2	K0 +050	K0 +205
Zona 3	2	1	K0+ 205	K0+ 302
Zona 4	3	1	K0+ 302	K0+ 344
Zona 5	4	1	K0+ 344	K1+ 063



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- al, J.A. Jimenez Salas et. *Geotecnia y Cimientos II*. Madrid: Editorial Rueda, 1981.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. «Título H Estudios Geotécnicos.» En *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Bogotá, 2010.
- Association of Swiss Road and Traffic Engineers. «Swiss Standard SN 670 010b.» Manual, Bern, 2010, Characteristic Coefficients of soils.
- ASTM D2487. *Standard Practice for Classification of soils for Engineering Purposes (USCS)*. Standar designation, AST International, 2011.
- ASTM D2488-09a. *Standar Practice for Description and Identification of Soils (visual-Manual Procedure)*. Estandar Internacional, ASTM International, 2009.
- ASTM D5715. *Standard practice for estimating the degree of humification of peat and other orgaic soils*. Estandar, ASTM international, 2014.
- ASTM. *Standard Practice for Classification of soils for Engineering Purposes (USCS=*. Standar designation, AST International, 2011.
- Bowles, Joseph. *Foundation Analysis and Design*. Quinta. Singapur: McGraw-Hill, 1997.
- Budhu, M. *Soil mechanics and foundations*. Wiley, 2007.
- Carter, M., y S. Bentley. *Correlations of soil properties*. Londres: Penetech Press Publishers, 1991.
- . *Correlations of soils properties*. London: Penetech Press Publishers, 1991.
- Covo, A.I. *Introducción a la Mecánica de Suelos*. Cartagena, 2003.
- Day, Robert W. “*Foundation Engineering Handbook*” *Design and construction with the 2006 International Building Code*. Vol. Part 2. McGraw construction, 2006.
- Ecovias S.A.S. *INTERVENTORÍA PARA LA URGENCIA MANIFIESTA PRESENTADA EN LOS SITIOS EL CERRO SANTA ANITA, RÍO CAUCA, MUNICIPIO DE NECHÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, REGIÓN DE LA MOJANA*. Informe final interventoría, INVÍAS, 2012.
- Ecovias S.A.S. *INTERVENTORÍA PARA LA URGENCIA MANIFIESTA PRESENTADA EN LOS SITIOS EL CERRO SANTA ANITA, RÍO CAUCA, MUNICIPIO DE NECHÍ, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, REGIÓN DE LA MOJANA Y REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS EN EL SITIO JOSÉ BRAVO*. Informe Final, Bogotá D.C: INVIAS, 2012.
- Huang, Pao-Tsung, Mital Patel, Maria Satagata, y Antonio Bobet. *Classification of organic soils*. Final Report, Purdue University, West Lafayette: Scool of civil engineering, 2008.

Idriss, IM, y RW Boulanger. «Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes.» *Soil dynamic and Earthquake Engineering* XXVI, nº 2 (2006): 115-130.

Indiana Department of Transportation. «Geotechnical services.» 28 de Julio de 2010. [www.in.gov/indot/2804.htm](http://www.in.gov/indot/2804.htm) (último acceso: 15 de Abril de 2015).

INVIAS. *Artículo 220-07 Especificaciones Terraplenes*. Artículo, Bogotá: INVIAS, 2007.

—. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. 2014.

Kezdi, A. *Handbook of soils Mechanics*. Amsterdam: Elsevier, 1974.

Koloski, Jon W., D. Schwarz Sigmund, y Donald W. Tubbs. *Geotechnical properties of geologic materials*. Washington: Engineering geology in Washington, 1989.

Lunne, Tom, Peter K. Robertson, y John J.M. Powell. *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. New York: Spon Press, 1997.

Ministerio de Salud. «MinSalud.» *Controla el Chikunguña en tres pasos*. 2015. [http://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/chikunguna.aspx#btn\\_controlalo](http://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/chikunguna.aspx#btn_controlalo) (último acceso: 29 de Junio de 2015).

Ministerio de Transporte. *Resolución No. 004100*. Resolución, Bogotá: República de Colombia, 2004.

Minnesota Department of Transportation. «Pavement Design.» Manual, Saint Paul, Minnesota, 2007.

Obrzud R. & Truty, A. «THE HARDENING SOIL MODEL - A PRACTICAL GUIDEBOOK Z Soil.» Reporte, 2012.

Peak, R., W. Hanson, y T. Thornburn. *Foundations Engeneering Handbook*. London: Wiley, 1974.

Santamarina, J., A. Altschaeffl, y J. Chameau. *Realiability of Slopes: Incorporating Qualitative Information*. Transportation Research Record 1343, 1992.

Sherard, James L., Richard J. Woodward, Stanley F. Gizienski, y William A. Clevenger. *Earth-Rock Dams*. John Wiley & Sons, 1963.

Suelos Ingeniería. *DIQUE 6 - NECHI - DIQUE MARGINAL TRAMO COLORADO – NECHI*. INFORME DE CARACTERIZACION GEOMETRICA Y GEOTECNICA DE LA ESTRUCTURA, Barranquilla: Fondo Adaptación, 2015.

Suelos Ingeniería. «Informe de caracterización getécnica y geométrica de la estructura - Dique 9 Tramo Nechí a San Jacinto del Cauca.» Reporte, Barranquilla, 2015.

Tatsuoka, F, T Iwasaki, Tokida K, y S Yasuda. «Soils and foundations.» *Soils and Foundations* IV, nº 4 (1980): 95-111.

Universidad del Norte. «ESTUDIOS HIDRAULICOS, SEDIMENTOLOGICOS Y MORFOLOGICOS, CON ENFASIS EN MODELACIÓN MATEMATICA, RELACIONADOS CON EL PLAN INTEGRAL DE INTERVENCIÓN A CORTO Y LARGO PLAZO ENTRE COLORADO (ANTIOQUIA) Y ACHI (BOLIVAR).» Informe Ejecutivo, Barranquilla, 2012.

Universidad Nacional de Colombia. *Estudios, Análisis, y recomendaciones para el ordenamiento ambiental y el desarrollo territorial de la Mojana*. Informe Final, Bogotá: Convenio UN-DNP No. 336, 2011.

Universidad Nacional de Medellín. *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras*.  
Bogotá: Instituto Nacional de Vías, 2006.

US Army Corps of Engineers. *Design and Construction of levees*. Manual, Washington, D.C: Department of the Army,  
2000.

Wald, David J., Vincent Quitoriano, Thomas Heaton, y Hiroo Kanamori. «Relationship between Peak ground acceleration,  
Peak ground velocity, and Intensity in California.» *Earthquake Spectra* 15, nº 3 (1999): 557-564.

Youd, T.L., I.M. Idriss, Ronald Andrus, Ignacio Arango, y Gonzalo Castro. *Liquefaction resistance for soils*. Reporte,  
Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2001.

## **ANEXO A.**

# **FORMATOS DE INSPECCIÓN DE CAMPO**

**INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS ZONAS DE LA MOJANA**

**FONDO DE ADAPTACIÓN**

Formato 1/2

Fecha	4/3/2015	Ingeniero o responsable	David Castro	Abscisa	K0+050
Lugar/ Vereda	Achí -Guaranda	Departamento y Municipio	Bolivar	Coordenadas	N 8.51765 W 74.55683
Tipo de estructura	Dique	Muro	Protección de orilla	x	Espigones
Relieve en vecindades	Plano	Ondulado	x	Montañoso	Escarpado
Uso del terreno en vecindades	Ganadería	Industria/ Minero	Agrícola	x	Urbano
Cruces o carreteables	Si	x	No		
Estado en general de la estructura en el punto	Bueno	x	Regular		Malo
Funcionamiento de la estructura	Normal	x	Deficiente		Malo
Evidencia de socavación aguas arriba	Si		No	x	
Evidencia de socavación aguas abajo	Si		No	x	
Observaciones socavación	Corrosión en la estructura mecánica				
Falla, hundimiento o deterioro en la cresta	Si		No	x	
Observaciones daños en la cresta	No hay				
Factores que afectan la integridad	Filtraciones	Invasión	Corrientes	Deslizamiento	Otras
	Caída de árbol u otros	Escorrentías	Const. Obras	Falla geotécnica	
	Cual otra o detalles				
Tipo de hallazgo	Hueco	Hundimiento	Cárcava	Deslizamiento	Falla geotécnica
	Socavación	Surco	Tubificación	Desprendimiento parcial	Otras
	Cual otra o detalles				
Observaciones adicionales	Protección de orilla en Acero				
Recomendaciones	Tomar medidas contra la corrosión				

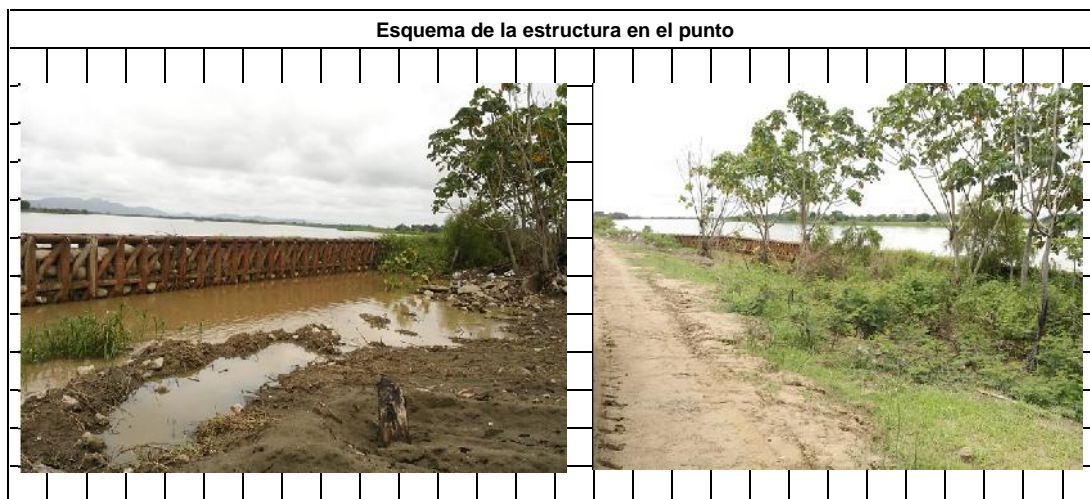


**INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS ZONAS DE LA MOJANA**

**FONDO DE ADAPTACIÓN**

Formato 2/2

Fecha	4/3/2015	Ingeniero o responsable	David Castro	Abscisa	K0+050	
Lugar/ Vereda	Achí -Guaranda	Departamento y Municipio	Bolivar	Coordenadas	N 8.51765 W 74.55683	
Descripción geométrica de la estructura	Ancho (m)	1.5	Alto (m)	4 a 3	Largo (m)	-
	Cresta (m)	8	Pata (m)	-		
Protección en la cara	Si		No		Tipo de protección	
	Descripción de tipo y estado de protección					
Estructura compuesta de varios materiales o zonas	Si		No		Número de zonas	
	Descripción o notas de la composición de las estructuras					
Descripción geotécnica de los materiales que componen la estructura	Material 1	Nuclo en Bolsas de concreto: Bolsas rellenas de concreto de unos 40 cm de alto y 1.20 metros de ancho				
	Material 2	Estructura en Acero: Acero corroído en contacto con el río.				
	Material 3					



**INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS ZONAS DE LA MOJANA**

**FONDO DE ADAPTACIÓN**

Formato 1/2

Fecha	5/3/2015	Ingeniero o responsable	David Castro	Abscisa	K0+180	
Lugar/ Vereda	Achí -Guaranda	Departamento y Municipio	Bolivar	Coordenadas	N 8.51862 W 74.55623	
Tipo de estructura	Dique	<input checked="" type="checkbox"/>	Muro	Protección de orilla	Espigones	
Relieve en vecindades	Plano	<input checked="" type="checkbox"/>	Ondulado	Montañoso	Escarpado	
Uso del terreno en vecindades	Ganadería		Industria/Minero	Agrícola	<input checked="" type="checkbox"/> Urbano	
Cruces o carretables	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No			
Estado en general de la estructura en el punto	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Regular		Malo	
Funcionamiento de la estructura	Normal	<input checked="" type="checkbox"/>	Deficiente		Malo	
Evidencia de socavación aguas arriba	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No			
Evidencia de socavación aguas abajo	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No			
Observaciones socavación	En la cara aguas arriba hay contacto con el río Cauca, se observa socavación.					
Falla, hundimiento o deterioro en la cresta	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>		
Observaciones daños en la cresta	Cresta con buen funcionamiento					
Factores que afectan la integridad	Filtraciones		Invasión	Corrientes	Deslizamiento	Otras
	Caída de árbol u otros		Escorrentías	Const. Obras	Falla geotécnica	
	Cual otra o detalles					
Tipo de hallazgo	Hueco		Hundimiento	Cárcava	Deslizamiento	Falla geotécnica
	Socavación		Surco	Tubificación	Desprendimiento parcial	Otras
	Cual otra o detalles					
Observaciones adicionales	Pendiente casi vertical en la cara que está con el río Cauca					
Recomendaciones	Realizar una preprotección de orilla o una adecuación de la vía para evitar erosión.					

**INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS ZONAS DE LA MOJANA**

**FONDO DE ADAPTACIÓN**

Formato 2/2

Fecha	5/3/2015	Ingeniero o responsable	David Castro	Abscisa	K0+180
-------	----------	-------------------------	--------------	---------	--------

Lugar/ Vereda	Achí -Guaranda	Departamento y Municipio	Bolivar	Coordenadas	N	8.51862
					W	74.55623

Descripción geométrica de la estructura	Ancho (m)	13	Alto (m)	1.8	Largo (m)	-
	Cresta (m)	10	Pata (m)	-		

Protección en la cara	Si	x	No		Tipo de protección	Hierba baja
	Descripción de tipo y estado de protección	Hierba de pequeño tamaño en las caras del dique.				

Estructura compuesta de varios materiales o zonas	Si	x	No	x	Número de zonas	2
	Descripción o notas de la composición de las estructuras	Se observa una capa de rodadura y al menos un material distinto para la composición del dique.				

Descripción geotécnica de los materiales que componen la estructura	Material 1	Arcillas: Consistencia muy blanda, húmeda en algunos casos saturada.
	Material 2	
	Material 3	



**INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS ZONAS DE LA MOJANA**

**FONDO DE ADAPTACIÓN**

Formato 1/2

Fecha	4/3/2015	Ingeniero o responsable	David Castro	Abscisa	K0+250					
Lugar/ Vereda	Achí -Guaranda	Departamento y Municipio	Bolívar	Coordenadas	N 8.51929 W 74.55592					
Tipo de estructura	Dique	<input checked="" type="checkbox"/>	Muro	Protección de orilla	Espigones					
Relieve en vecindades	Plano	<input checked="" type="checkbox"/>	Ondulado	Montañoso	Escarpado					
Uso del terreno en vecindades	Ganadería	<input checked="" type="checkbox"/>	Industria/Minero	Agrícola	Urbano					
Cruces o carretables	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No							
Estado en general de la estructura en el punto	Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	Regular		Malo					
Funcionamiento de la estructura	Normal	<input checked="" type="checkbox"/>	Deficiente		Malo					
Evidencia de socavación aguas arriba	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No							
Evidencia de socavación aguas abajo	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No							
Observaciones socavación	En ambos lados hay socavación por flujo de agua desde la cresta de dique hacia el terreno natural									
Falla, hundimiento o deterioro en la cresta	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>						
Observaciones daños en la cresta	Cresta disminuida y transitada.									
Factores que afectan la integridad	Filtraciones	<input type="checkbox"/>	Invasión	<input type="checkbox"/>	Corrientes	<input checked="" type="checkbox"/>	Deslizamiento	<input type="checkbox"/>	Otras	<input type="checkbox"/>
	Caída de árbol u otros	<input type="checkbox"/>	Escorrentías	<input type="checkbox"/>	Const. Obras	<input type="checkbox"/>	Falla geotécnica	<input type="checkbox"/>		
	Cual otra o detalles	No hay bombeo o cunetas en la vía								
Tipo de hallazgo	Hueco	<input type="checkbox"/>	Hundimiento	<input type="checkbox"/>	Cárcava	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento	<input type="checkbox"/>	Falla geotécnica	<input type="checkbox"/>
	Socavación	<input type="checkbox"/>	Surco	<input type="checkbox"/>	Tubificación	<input type="checkbox"/>	Desprendimiento parcial	<input type="checkbox"/>	Otras	<input type="checkbox"/>
	Cual otra o detalles									
Observaciones adicionales	Hay una protección de orilla en estacas.									
Recomendaciones	Ninguna									

**INSPECCIÓN VISUAL DE ESTRUCTURAS ZONAS DE LA MOJANA**

**FONDO DE ADAPTACIÓN**

Formato 2/2

Fecha	4/3/2015	Ingeniero o responsable	David Castro	Abscisa	K0+250
-------	----------	-------------------------	--------------	---------	--------

Lugar/ Vereda	Achí -Guaranda	Departamento y Municipio	Bolivar	Coordenadas	N	8.51929
					W	74.55592

Descripción geométrica de la estructura	Ancho (m)		Alto (m)	4 a 5	Largo (m)	-
	Cresta (m)	6	Pata (m)	-		

Protección en la cara	Si	x	No		Tipo de protección	Tableestacado
	Descripción de tipo y estado de protección	La protección (hierva) es ausente aguas abajo.				

Estructura compuesta de varios materiales o zonas	Si	x	No	x	Número de zonas	2
	Descripción o notas de la composición de las estructuras					

Descripción geotécnica de los materiales que componen la estructura	Material 1	Material de rodadura: limos de consistencia firme
	Material 2	Laderas del dique: Limos blandos a muy blandos de apariencia húmeda
	Material 3	





## ANEXO B.

### PLANOS EN PLANTA DE ZONIFICACIÓN GEOMETRICA Y LOCALIZACIÓN DE PERFORACIONES

N-1434500

N-1434400

N-1434300

N-1434200

N-1434100

N-1434000

N-1433900

N-1433800

N-1433700

E-947100

E-947200

E-947300

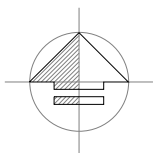
E-947400

E-947500

E-947600

E-947700

E-947800



RESUMEN DE EXPLORACIONES CON RECOBRO				
NOMBRE	TIPO SONDEO	COORDENADAS		ABSCISAS
		N	E	
PT-POACH-2	SPT	1434392.20	947634.40	0+872
PT-POACH-3	SPT	1433923.65	947340.95	0+323
PT-POACH-4	SPT	1433775.90	947270.44	0+155
PT-POACH2-2	SPT	1433705.91	947219.54	0+058
PT-POACH2-3	SPT	1433679.40	947190.90	0+012

PT-POACH-2

ZONA 4

PT-POACH-3

ZONA 3

ZONA 2

PT-POACH-4

ZONA 1

PT-POACH2-2

PT-POACH2-3

LOCALIZACIÓN DE SONDEOS Y ZONIFICACIÓN GEOMETRICA  
PROTECCION DE ORILLAS ACHÍ



SONDEOS

NOTAS

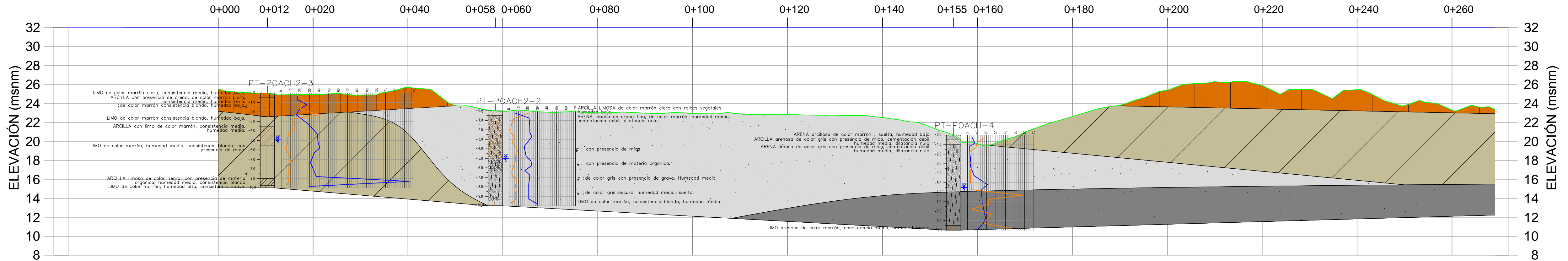
1. Excepto donde se indique otra cosa, todas la dimensiones en este plano estan expresadas en metros, y las elevaciones medidas con respecto al nivel del mar (msnm).



ZONA	PROTECCIÓN ORILLAS ACHÍ	FIGURA	1	FECHA	JULIO-2015	DIBUJO	J.G.
CONTIENE	LOCALIZACIÓN DE SONDEOS Y ZONIFICACIÓN GEOMETRICA	ESCALA	1:3000	VERSION	1		

## **ANEXO C.**

### **PERFIL GEOLÓGICO – GEOTECNICO**




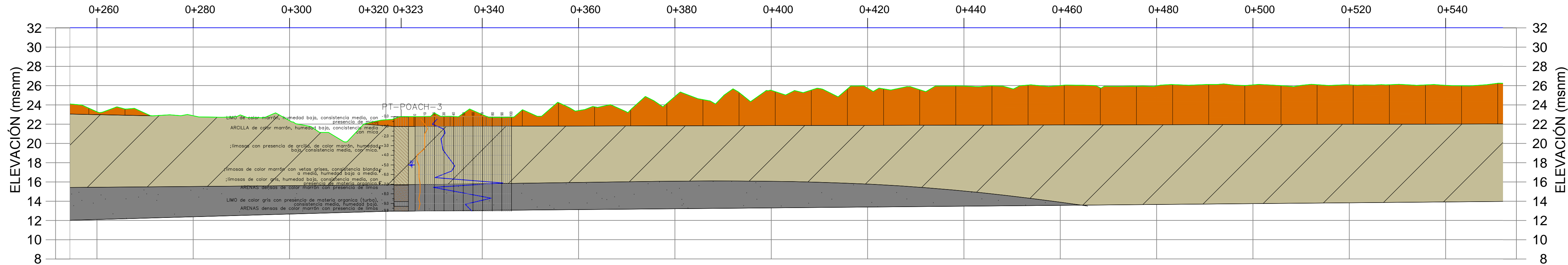
PERFIL LONGITUDINAL PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ  
K 0+000 A K 0+260  
ESC 1:250

NOTA:  
1. Excepto donde se indique lo contrario, todas la dimensiones en este plano están expresadas en metros, y las elevaciones medidas con respecto al nivel del mar (msnm).

- ESTRATO SUPERFICIAL: ARCILLAS MAGRAS CON ARENA DE COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA, PLASTICIDAD MEDIA, CONSISTENCIA FIRME Y TRAZAS DE MATERIA ORGÁNICA.
- DEPOSITO ALUVIAL FINO: ARCILLAS MAGRAS DE COLOR VERDE OLIVA, CONSISTENCIA BLANDA, HUMEDAD ALTA, PLASTICIDAD BAJA Y CON POCA MATERIA ORGANICA
- DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO SUELTO: ARENAS LIMOSAS DE COLOR GRIS, HUMEDAD BAJA, ESTADO SUELTO
- DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO DENSO: ARENAS POBREMENTE GRADADAS CON LIMOS DE COLOR PARDO FUERTE, ESTADO DENSO.

- N DE GOLPES
- HUMEDAD (%)
- NIVEL FREÁTICO
- PERFIL TERRENO

<div><div>Fondo Adaptación</div><div>Trabajamos en la Reconstrucción Gestionando el Riesgo de Desastres</div><div></div></div>	<div><div>SI SUELOS INGENIERÍA S.A.S.</div><div>Estudios, diseños y construcciones en geotecnia</div></div>	ZONA: <div>PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ</div>	PLANO: <div>2a</div>	FECHA: <div>JUL-2015</div>	DIBUJO: <div>J.G</div>
	PROYECTO: <div>EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA</div>	CONTIENE: <div>PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO</div>	ESCALA: <div>ESC.HORIZONTAL 1:250 ESC.VERTICAL 1:2500</div>	VERSIÓN: <div>0</div>	



PERFIL LONGITUDINAL PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ  
K 0+260 A K 0+540  
ESC 1:250

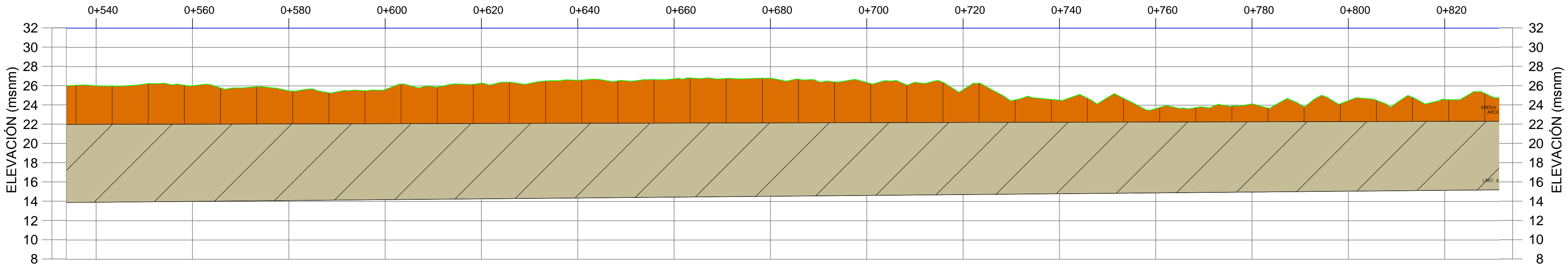
- ESTRATO SUPERFICIAL: ARCILLAS MAGRAS CON ARENA DE COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA, PLASTICIDAD MEDIA, CONSISTENCIA FIRME Y TRAZAS DE MATERIA ORGÁNICA.
- DEPOSITO ALUVIAL FINO: ARCILLAS MAGRAS DE COLOR VERDE OLIVA, CONSISTENCIA BLANDA, HUMEDAD ALTA, PLASTICIDAD BAJA Y CON POCA MATERIA ORGANICA
- DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO SUELTO: ARENAS LIMOSAS DE COLOR GRIS, HUMEDAD BAJA, ESTADO SUELTO
- DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO DENSO: ARENAS POBREMENTE GRADADAS CON LIMOS DE COLOR PARDO FUERTE, ESTADO DENSO.

- N DE GOLPES
- HUMEDAD (%)
- NIVEL FREÁTICO
- PERFIL TERRENO

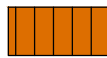

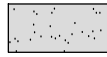

NOTA:  
1. Excepto donde se indique lo contrario, todas la dimensiones en este plano están expresadas en metros, y las elevaciones medidas con respecto al nivel del mar (msnm).





<div><div>Fondo</div><div>Adaptación</div><div>Trabajamos en la Reconstrucción</div><div>Gestionando el Riesgo de Desastres</div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div>
--






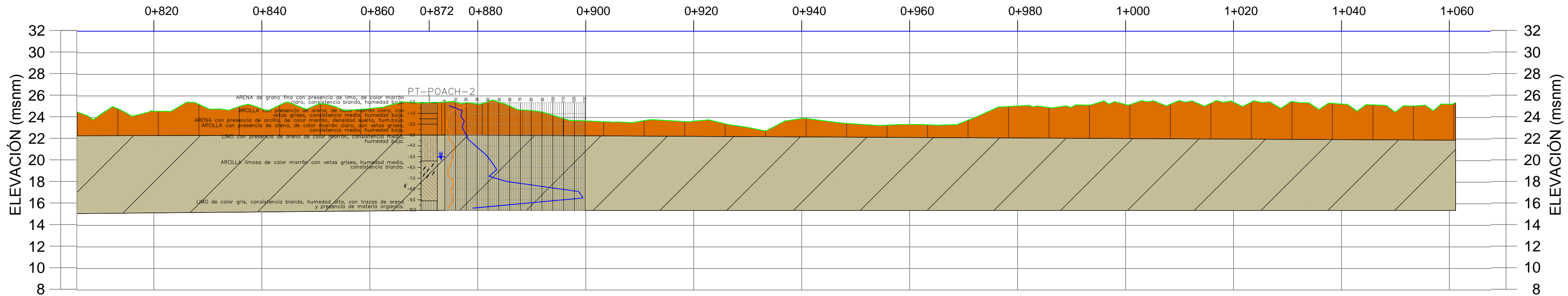
PERFIL LONGITUDINAL PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ  
K 0+540 A 0+820  
ESC 1:250

-  ESTRATO SUPERFICIAL: ARCILLAS MAGRAS CON ARENA DE COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA, PLASTICIDAD MEDIA, CONSISTENCIA FIRME Y TRAZAS DE MATERIA ORGÁNICA.
-  DEPOSITO ALUVIAL FINO: ARCILLAS MAGRAS DE COLOR VERDE OLIVA, CONSISTENCIA BLANDA, HUMEDAD ALTA, PLASTICIDAD BAJA Y CON POCA MATERIA ORGANICA
-  DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO SUELTO: ARENAS LIMOSAS DE COLOR GRIS, HUMEDAD BAJA, ESTADO SUELTO
-  DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO DENSO: ARENAS POBREMENTE GRADADAS CON LIMOS DE COLOR PARDO FUERTE, ESTADO DENSO.

-  N DE GOLPES
-  HUMEDAD (%)
-  NIVEL FREÁTICO
-  PERFIL TERRENO

NOTA:  
1. Excepto donde se indique lo contrario, todas la dimensiones en este plano están expresadas en metros, y las elevaciones medidas con respecto al nivel del mar (msnm).

	<b>SI SUELOS INGENIERÍA S.A.S.</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	ZONA: PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ	PLANO: 2c	FECHA: JUL-2015	DIBUJO: J.G
		PROYECTO: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA	CONTIENE: PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO	ESCALA: ESC.HORIZONTAL 1:250 ESC.VERTICAL 1:2500	VERSIÓN: 1




PERFIL LONGITUDINAL PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ  
K 0+820 A K1+060  
ESC 1:250

- ESTRATO SUPERFICIAL: ARCILLAS MAGRAS CON ARENA DE COLOR MARRÓN, HUMEDAD MEDIA, PLASTICIDAD MEDIA, CONSISTENCIA FIRME Y TRAZAS DE MATERIA ORGÁNICA.
- DEPOSITO ALUVIAL FINO: ARCILLAS MAGRAS DE COLOR VERDE OLIVA, CONSISTENCIA BLANDA, HUMEDAD ALTA, PLASTICIDAD BAJA Y CON POCA MATERIA ORGANICA
- DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO SUELTO: ARENAS LIMOSAS DE COLOR GRIS, HUMEDAD BAJA, ESTADO SUELTO
- DEPOSITO ALUVIAL ARENOSO DENSO: ARENAS POBREMENTE GRADADAS CON LIMOS DE COLOR PARDO FUERTE, ESTADO DENSO.

- N DE GOLPES
- HUMEDAD (%)
- NIVEL FREÁTICO
- PERFIL TERRENO

NOTA:  
1. Excepto donde se indique lo contrario, todas la dimensiones en este plano están expresadas en metros, y las elevaciones medidas con respecto al nivel del mar (msnm).



Trabajamos en la Reconstrucción  
Gestionando el Riesgo de Desastres

**SI SUELOS INGENIERÍA S.A.S.**  
Estudios, diseños y construcciones en geotecnia

PROYECTO: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA

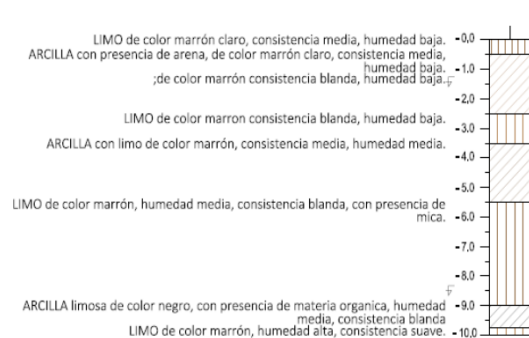
ZONA: PROTECCIÓN DE ORILLA ACHÍ

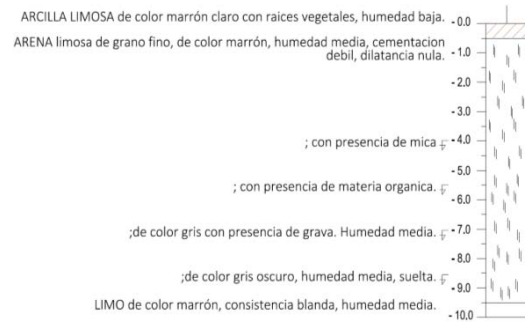
CONTIENE: PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

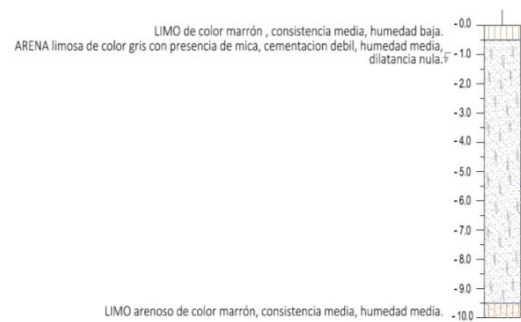
PLANO: 2d	FECHA: JUL-2015	DIBUJO: J.G
ESCALA: ESC.HORIZONTAL 1:250 ESC.VERTICAL 1:2500		VERSIÓN: 1

## **ANEXO D.**

### **CUADRO RESUMEN DE CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA**

[illegible]

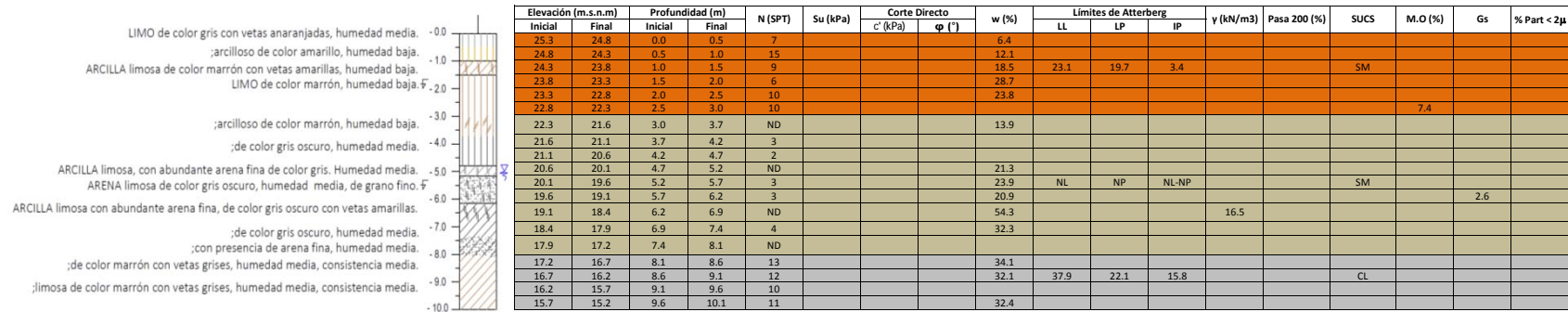
[illegible]

[illegible]









<b>MATERIAL</b>	<b>Estrato superficial: Arcillas magras con arena de color marrón, consistencia firme, y trazas de materia orgánica.</b>												
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Medida	N (SPT)	Su (kPa)	Corte Directo		w (%)	Límites de Atterberg			γ (kN/m3)	Pasa 200 (%)	M.O (%)	Gs	% Part < 2μ
			c' (kPa)	φ (°)		LL (%)	LP (%)	IP (%)					
Promedio	14	ND	6.2	27	15	39	23	16	16.2	81	ND	2.73	ND
Máximo	27	0.0	6.2	27	28	39	23	16	16.2	99	ND	2.73	ND
Mínimo	7	0.0	6.2	27	5	39	23	16	16.2	64	ND	2.73	ND
Desv. Estandar	6	ND	ND	ND	7	ND	ND	ND	ND	25	ND	ND	ND
N. Datos	14	0	1	1	13	1	1	1	1	2	0	1.00	0

<b>MATERIAL</b>	<b>Depósito aluvial fino: Arcillas magras de color verde oliva, de consistencia blanda, con poca materia orgánica.</b>												
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Medida	N (SPT)	Su (kPa)	Corte Directo		w (%)	Límites de Atterberg			γ (kN/m3)	Pasa 200 (%)	M.O (%)	Gs	% Part < 2μ
			c' (kPa)	φ (°)		LL	LP	IP					
Promedio	4	17.3	23.4	8	47	34	21	13	17.2	88	7.2	2.72	9.4
Máximo	8	18.4	28.2	11	136	40	24	27	18.0	98	7.2	2.74	9.4
Mínimo	1	16.2	18.5	4	21	26	13	6	16.7	78	7.2	2.69	9.4
Desv. Estandar	2	1.5	6.9	5	32	5	4	7	0.7	9	ND	0.02	ND
N. Datos	38	2	2	2	29	7	7	7	3	7	1	4.00	1

<b>MATERIAL</b>	<b>Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas sueltas de color gris, humedad baja, densidad suelta.</b>												
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

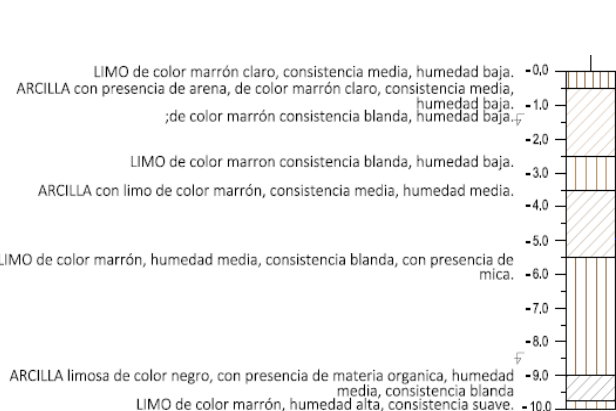
Medida	N (SPT)	Su (kPa)	Corte Directo		w (%)	Límites de Atterberg			γ (kN/m3)	Pasa 200 (%)	M.O (%)	Gs	% Part < 2μ
			c' (kPa)	φ (°)		LL	LP	IP					
Promedio	6	ND	ND	ND	16	ND	ND	ND	16.5	15	1.6	2.72	1.3
Máximo	13	0.0	0.0	0	25	0	0	0	16.7	26	1.6	2.72	1.3
Mínimo	3	0.0	0.0	0	2	0	0	0	16.3	11	1.6	2.71	1.3
Desv. Estandar	3	ND	ND	ND	8	ND	ND	ND	0.3	6	ND	0.01	ND
N. Datos	27	0	0	0	18	0	0	0	2	5	1	2.00	1

<b>MATERIAL</b>	<b>Depósito aluvial arenoso suelto: Arenas limosas sueltas de color gris, humedad baja, densidad suelta.</b>												
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

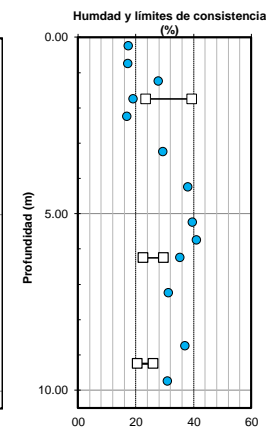
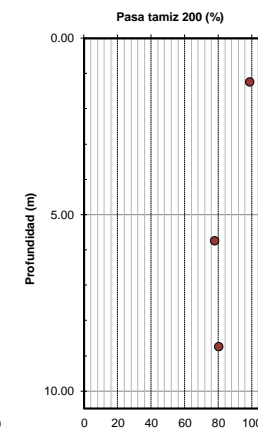
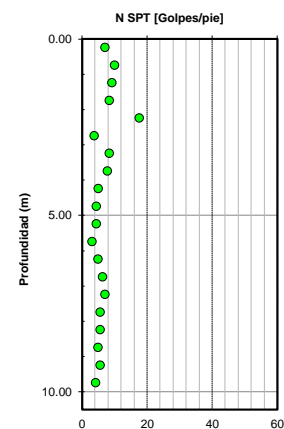
Medida	N (SPT)	Su (kPa)	Corte Directo		w (%)	Límites de Atterberg			γ (kN/m3)	Pasa 200 (%)	M.O (%)	Gs	% Part < 2μ
			c' (kPa)	φ (°)		LL	LP	IP					
Promedio	34	ND	ND	ND	30	ND	ND	ND	ND	9	ND	2.73	ND
Máximo	73	0.0	0.0	0	79	0	0	0	0.0	9	0.0	2.73	0.0
Mínimo	15	0.0	0.0	0	11	0	0	0	0.0	9	0.0	2.73	0.0
Desv. Estandar	19	ND	ND	ND	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
N. Datos	10	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0	1	0

## **ANEXO E.**

### **GRAFICAS RESUMEN DE PROPIEDADES INDICE DEL MATERIAL**



Elevación		Profundidad		
Inicial	Final	Inicial	Final	Promedio
26.99	26.49	0	0.5	0.25
26.49	25.99	0.5	1	0.75
25.99	25.49	1	1.5	1.25
25.49	24.99	1.5	2	1.75
24.99	24.49	2	2.5	2.25
24.49	23.99	2.5	3	2.75
23.99	23.49	3	3.5	3.25
23.49	22.99	3.5	4	3.75
22.99	22.49	4	4.5	4.25
22.49	21.99	4.5	5	4.75
21.99	21.49	5	5.5	5.25
21.49	20.99	5.5	6	5.75
20.99	20.49	6	6.5	6.25
20.49	19.99	6.5	7	6.75
19.99	19.49	7	7.5	7.25
19.49	18.99	7.5	8	7.75
18.99	18.49	8	8.5	8.25
18.49	17.99	8.5	9	8.75
17.99	17.49	9	9.5	9.25
17.49	16.99	9.5	10	9.75





ARCILLA LIMOSA de color marrón claro con raíces vegetales, humedad baja. -0.0

ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad media, cementación débil, dilatancia nula. -1.0

-2.0

-3.0

-4.0 ; con presencia de mica

-5.0 ; con presencia de materia orgánica.

-6.0

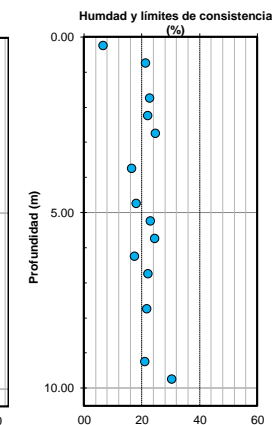
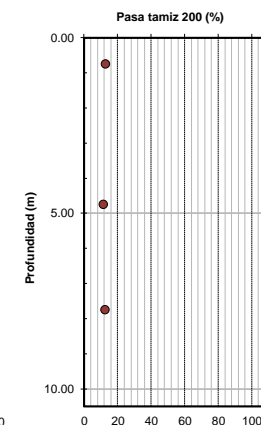
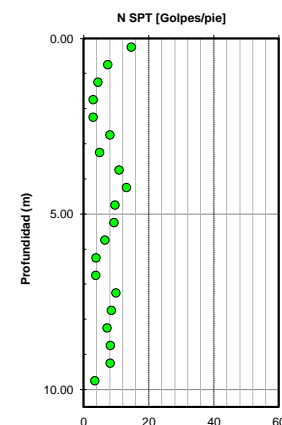
-7.0 ;de color gris con presencia de grava. Humedad media.

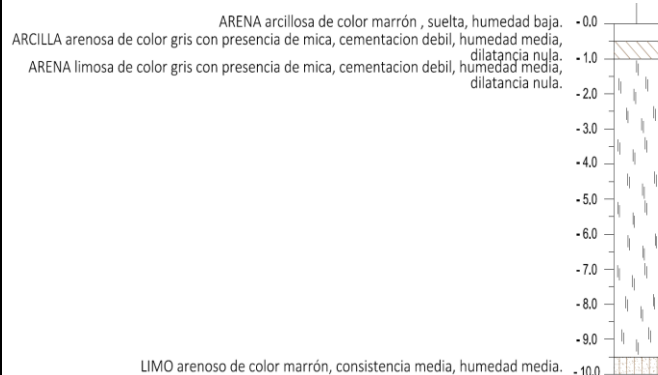
-8.0 ;de color gris oscuro, humedad media, suelta.

-9.0

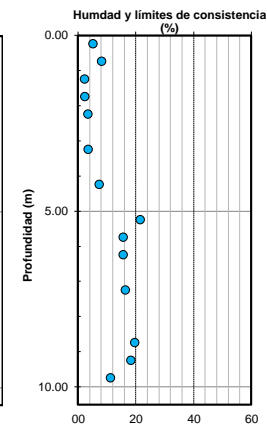
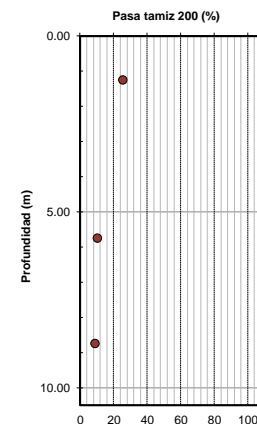
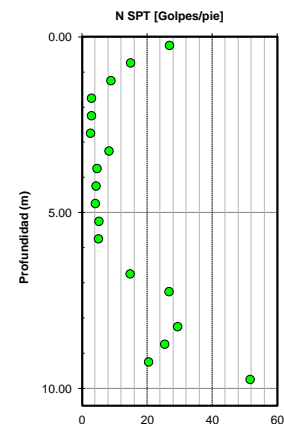
LIMO de color marrón, consistencia blanda, humedad media. -10.0

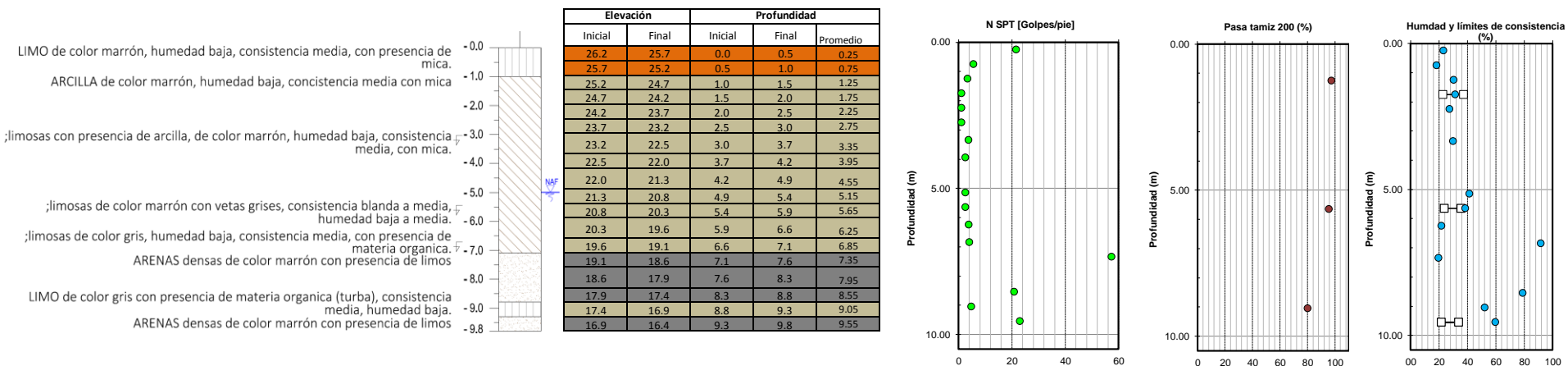
Elevación		Profundidad		
Inicial	Final	Inicial	Final	Promedio
26.2	25.7	0	0.5	0.25
25.7	25.2	0.5	1	0.75
25.2	24.7	1	1.5	1.25
24.7	24.2	1.5	2	1.75
24.2	23.7	2	2.5	2.25
23.7	23.2	2.5	3	2.75
23.2	22.7	3	3.5	3.25
22.7	22.2	3.5	4	3.75
22.2	21.7	4	4.5	4.25
21.7	21.2	4.5	5	4.75
21.2	20.7	5	5.5	5.25
20.7	20.2	5.5	6	5.75
20.2	19.7	6	6.5	6.25
19.7	19.2	6.5	7	6.75
19.2	18.7	7	7.5	7.25
18.7	18.2	7.5	8	7.75
18.2	17.7	8	8.5	8.25
17.7	17.2	8.5	9	8.75
17.2	16.7	9	9.5	9.25
16.7	16.2	9.5	10	9.75





Elevación		Profundidad		
Inicial	Final	Inicial	Final	Promedio
25.9	25.4	0.0	0.5	0.25
25.4	24.9	0.5	1.0	0.75
24.9	24.4	1.0	1.5	1.25
24.4	23.9	1.5	2.0	1.75
23.9	23.4	2.0	2.5	2.25
23.4	22.9	2.5	3.0	2.75
22.9	22.4	3.0	3.5	3.25
22.4	21.9	3.5	4.0	3.75
21.9	21.4	4.0	4.5	4.25
21.4	20.9	4.5	5.0	4.75
20.9	20.4	5.0	5.5	5.25
20.4	19.9	5.5	6.0	5.75
19.9	19.4	6.0	6.5	6.25
19.4	18.9	6.5	7.0	6.75
18.9	18.4	7.0	7.5	7.25
18.4	17.9	7.5	8.0	7.75
17.9	17.4	8.0	8.5	8.25
17.4	16.9	8.5	9.0	8.75
16.9	16.4	9.0	9.5	9.25
16.4	15.9	9.5	10.0	9.75





ARENA de grano fino con presencia de limo, de color marrón claro, consistencia blanda, humedad baja.

ARCILLA con presencia de arena, de color marrón claro, con vetas grises, consistencia media, humedad baja.

ARENA con presencia de arcilla, de color marrón, densidad suelta, hum.baja.

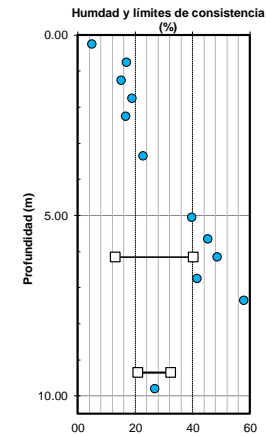
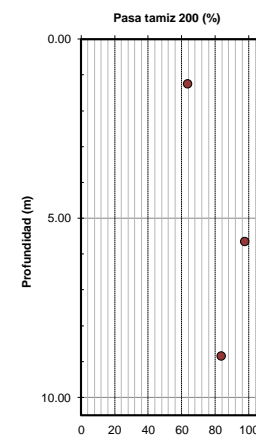
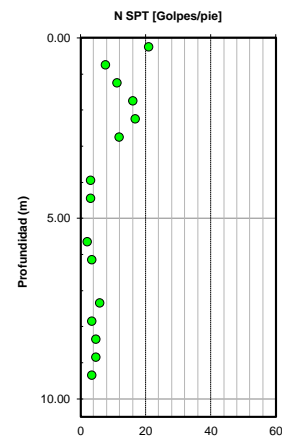
ARCILLA con presencia de arena, de color marrón claro, con vetas grises, consistencia media, humedad baja.

LIMO con presencia de arena de color marrón, consistencia media, humedad baja.

ARCILLA limosa de color marrón con vetas grises, humedad media, consistencia blanda.

LIMO de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia orgánica.

Elevación		Profundidad		
Inicial	Final	Inicial	Final	Promedio
25.9	25.4	0.0	0.5	0.3
25.4	24.9	0.5	1.0	0.8
24.9	24.4	1.0	1.5	1.3
24.4	23.9	1.5	2.0	1.8
23.9	23.4	2.0	2.5	2.3
23.4	22.9	2.5	3.0	2.8
22.9	22.2	3.0	3.7	3.4
22.2	21.7	3.7	4.2	4.0
21.7	21.2	4.2	4.7	4.5
21.2	20.5	4.7	5.4	5.1
20.5	20.0	5.4	5.9	5.7
20.0	19.5	5.9	6.4	6.2
19.5	18.8	6.4	7.1	6.8
18.8	18.3	7.1	7.6	7.4
18.3	17.8	7.6	8.1	7.9
17.8	17.3	8.1	8.6	8.4
17.3	16.8	8.6	9.1	8.9
16.8	16.3	9.1	9.6	9.4
16.3	15.9	9.6	10.0	9.8



**ANEXO F.**

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**REGISTROS DE PERFORACIÓN**

**REGISTRO FOTOGRAFICO DE MUESTRAS**

# RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN
PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA
LOCALIZACION:	PROTECCION ORILLA ACHI

SONDEO: PT-POACH-1

SONDEO	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS																		CORTE DIRECTO		Qu		PERMEABILIDADES	P.U POR DESPLAZAMIENTO		
			W (%)	ATTERBERG			ANALISIS GRANULOMETRICO			(SUCS)	P <sub>c</sub> (kg/cm²)	Cc	Cs	% PARTL < 2 µ	PESO UNITARIO [g/cm3]	PIN HOLE	Gs	DISPERSION EN DOBLE HIDROMETRO	GRADO DE DISPERSABILIDAD CRUMB	M.O. (%)	LIMITE DE CONTRACCION %	♦	c (kpa)	q <sub>v</sub> (kPa)	Cu (KPa)	K20 (m/seg)	(g/cm³)	
				LL (%)	LP (%)	IP (%)	T- N°4	T- N°40	T- N°200																			
PT-POACH-1	1	0,00 - 0,50	6,44																									
	2	0,50 - 1,00	12,09																									
	3	1,00 - 1,50	18,52	23,1	19,7	3,4	68,50	52,71	42,52	SM																		
	4	1,50 - 2,00	28,71																									
	5	2,00 - 2,50	23,76																									
	6	2,50 - 3,00																										
	7	3,00 - 3,70	13,93																									
	8	3,70 - 4,75																										
	9	4,75 - 5,25																										
	10	4,70 - 5,20	21,29																									
	11	5,20 - 5,70	23,87	NL	NP	NL-NP	100,00	92,77	22,00	SM																		
	12	5,70 - 6,20	20,90																									
	13	6,20 - 6,90	54,30																									
	14	6,90 - 7,40	32,27																									
	15	7,40 - 8,60	34,14																									
	16	8,60 - 9,10	32,11																									
	17	8,60 - 9,10	32,11	37,9	22,1	15,8	100,00	100,00	98,50	CL																		
	18	9,60 - 10,10	32,39																									
	W <sub>HUM</sub> : Humedad natural. LL: Límite Líquido. LP: Límite Plástico. IP: Índice Plástico. LC: Límite de Contracción. Pu: Peso unitario. Gs: Gravedad Específica. Dispers: Dispersividad por medio del ensayo Pin Hole. Químicos: Ph - Sulfatos - Cloruros																											

W<sub>NAT</sub>: Humedad natural. LL: Límite Líquido. LP: Límite Plástico. IP: Índice Plástico. LC: Límite de Contracción. Pu: Peso unitario. Gs: Gravedad Específica. Dispers.: Dispersividad por medio del ensayo Pin Hole. Químicos: Ph - Sulfatos - Cloruros.

OBSERVACIONES	
---------------	--

**DIRECTOR TECNICO**

INGENIERO DE LABORATORIO

SONDEO: PT-POACH-2

W<sub>NAT</sub>: Humedad natural. LL: Límite Líquido. LP: Límite Plástico. IP: Índice Plástico. LC: Límite de Contracción. Pu: Peso unitario. Gs: Gravedad Específica. Dispers.: Dispersividad por medio del ensayo Pin Hole. Químicos: Ph - Sulfatos - Cloruros

OBSERVACIONES	
---------------	--

INGENIERO DE LABORATORIO



## RESUMEN DE RESULTADOS

**CODIGO: LAB-R-14**

VERSION: 8

FECHA: DICIEMBRE 27 DE 2012

**CLIENTE:** FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACIÓN GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

SONDEO: PT-POACH-4

[illegible]

W<sub>nat</sub>: Humedad natural. LL: Límite Líquido. LP: Límite Plástico. IP: Índice Plástico. LC: Límite de Contracción. Pu: Peso unitario. Gs: Gravedad Específica. Dispers.: Dispersividad por medio del ensayo Pin Hole. Químicos: Ph- Sulfatos- Cloruros

<p><b>OBSERVACIONES</b></p>
-----------------------------

**DIRECTOR TECNICO**

INGENIERO DE LABORATORIO

## RESUMEN DE RESULTADOS

**CODIGO: LAB-R-14**

VERSION: 8

FECHA: DICIEMBRE 27 DE 2012

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN
PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA
LOCALIZACION:	PROTECCION ORILLA ACHI - 2-2

SONDEO: PT-POACH-2-2

[illegible]

W<sub>NAT</sub>: Humedad natural. LL: Límite Líquido. LP: Límite Plástico. IP: Índice Plástico. LC: Límite de Contracción. Pu: Peso unitario. Gs: Gravedad Específica. Dispers.: Dispersividad por medio del ensayo Pin Hole. Químicos: Ph - Sulfatos - Cloruros

OBSERVACIONES	
---------------	--

**DIRECTOR TECNICO**

INGENIERO DE LABORATORIO

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN
PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGIÓN DE LA MOJANA
LOCALIZACIÓN:	PROTECCION ORILLA ACHI - 2-3

SONDEO: PT-POACH-2-3

SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS																CORTE DIRECTO		Qu		PERMEABILIDADES	P.U POR DESPLAZAMIENTO				
			W (%)	ATTERBERG			ANALISIS GRANULOMETRICO			(SUCS)	P'c (kg/cm²)	Ct	Cs	% PARTI. < 2 µ	PESO UNITARIO [g/cm³]	PIN HOLE	Gs	DISPERSION EN DOBLE HIDROMETRO	GRADO DE DISPERSABILIDAD CRUMB	M.O. (%)	LIMITE DE CONTRACCION %	♦	c (kpa)	q <sub>s</sub> (kPa)	Cu (kPa)	K20 (mseg)	(g/cm³)	
				LL(%)	LP(%)	IP(%)	T - N°4	T - N°40	T - N°200																			
PT-POACH-2-3	1	0,00 - 0,50	17,42																									
	2	0,50 - 1,00	17,28																									
	3	1,00 - 1,50	27,82	39,4	23,4	16,0	100,00	100,00	98,98	CL							2,73											1,66
	4	1,50 - 2,00	19,13																									
	5	2,00 - 2,50	16,97																									
	7	3,00 - 3,50	29,41																	7,19								
	9	4,00 - 4,50	38,05																									
	11	5,00 - 5,50	39,62																									
	12	5,50 - 6,00	41,03	29,6	22,5	7,1	100,00	94,86	78,01	CL				9,0			2,69											1,70
	13	6,00 - 6,50	35,34																									
	15	7,00 - 7,50	31,35																									
	16	8,50 - 9,00	37,09	26,0	20,5	5,5	100,00	95,51	80,51	CL-ML																		
	19	9,00 - 9,50	135,59																									
	20	9,50 - 10,00	30,96																									

W<sub>NAT</sub>: Humedad natural. LL: Limite Líquido. LP: Limite Plástico. IP: Índice Plástico. LC: Limite de Contracción. Pu: Peso unitario. Gs: Gravedad Específica. Dispers.: Dispersividad por medio del ensayo Pin Hole. Químicos: Ph - Sulfatos - Cloruros

OBSERVACIONES	
---------------	--

**DIRECTOR TECNICO**

INGENIERO DE LABORATORIO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

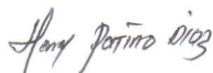
PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 13/05/15

SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	W <sub>sh+T</sub>	W <sub>ss+T</sub>	W <sub>T</sub>	HUMEDAD NATURAL
PT-POACH-1	1	0,00 - 0,50	46.20	43.70	4.90	6.44
PT-POACH-1	2	0,50 - 1,00	38.40	35.10	7.80	12.09
PT-POACH-1	3	1,00 - 1,50	36.80	31.80	4.80	18.52
PT-POACH-1	4	1,50 - 2,00	45.80	36.70	5.00	28.71
PT-POACH-1	5	2,00 - 2,50	45.30	38.10	7.80	23.76
PT-POACH-1	7	3,00 - 3,70	26.90	24.10	4.00	13.93
PT-POACH-1	10	4,70 - 5,20	35.10	29.80	4.90	21.29
PT-POACH-1	11	5,20 - 5,70	46.30	38.40	5.30	23.87
PT-POACH-1	12	5,70 - 6,20	39.80	34.20	7.40	20.90
PT-POACH-1	13	6,20 - 6,90	38.90	26.90	4.80	54.30
PT-POACH-1	14	6,90 - 7,40	34.30	27.20	5.20	32.27
PT-POACH-1	16	8,10 - 8,60	49.50	38.20	5.10	34.14
PT-POACH-1	17	8,60 - 9,10	37.20	29.30	4.70	32.11
PT-POACH-1	19	9,60 - 10,10	63.20	49.50	7.20	32.39

## OBSERVACIONES GENERALES:



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO



CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 13/05/15

SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	W <sub>sh+T</sub>	W <sub>sg+T</sub>	W <sub>T</sub>	HUMEDAD NATURAL
PT-POACH-2	1	0,00 - 0,50	47.50	45.50	4.90	4.93
PT-POACH-2	2	0,50 - 1,00	44.20	38.40	4.20	16.96
PT-POACH-2	3	1,00 - 1,50	42.10	37.20	4.90	15.17
PT-POACH-2	4	1,50 - 2,00	45.10	38.70	4.90	18.93
PT-POACH-2	5	2,00 - 2,50	56.50	49.10	4.90	16.74
PT-POACH-2	7	3,00 - 3,70	34.10	28.70	5.00	22.78
PT-POACH-2	10	4,70 - 5,40	45.80	34.20	5.00	39.73
PT-POACH-2	11	5,40 - 5,90	45.40	33.60	7.60	45.38
PT-POACH-2	12	5,90 - 6,40	46.30	32.40	3.80	48.60
PT-POACH-2	13	6,40 - 7,10	51.30	37.60	4.70	41.64
PT-POACH-2	14	7,10 - 7,60	56.90	37.90	5.10	57.93
PT-POACH-2	16	8,10 - 8,60	50.70	25.60	5.50	124.88
PT-POACH-2	17	8,60 - 9,10	30.40	16.40	5.50	128.44
PT-POACH-2	19	9,60 - 10,00	51.70	42.30	7.30	26.86

## OBSERVACIONES GENERALES:

---

---

---



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 13/05/15

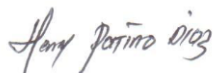
SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	W <sub>sh+T</sub>	W <sub>sg+T</sub>	W <sub>T</sub>	HUMEDAD NATURAL
PT-POACH-3	1	0,00 - 0,50	50.80	42.30	5.50	23.10
PT-POACH-3	2	0,50 - 1,00	46.20	39.80	4.90	18.34
PT-POACH-3	3	1,00 - 1,50	41.00	32.40	4.10	30.39
PT-POACH-3	4	1,50 - 2,00	51.80	40.60	4.90	31.37
PT-POACH-3	5	2,00 - 2,50	37.30	31.00	8.00	27.39
PT-POACH-3	7	3,00 - 3,70	35.50	28.20	3.80	29.92
PT-POACH-3	9	4,90 - 5,40	52.40	38.50	4.90	41.37
PT-POACH-3	10	5,40 - 5,90	43.90	33.20	5.40	38.49
PT-POACH-3	11	5,90 - 6,60	51.60	43.30	5.10	21.73
PT-POACH-3	12	6,60 - 7,10	45.60	27.00	6.70	91.63
PT-POACH-3	13	7,10 - 7,60	68.20	57.80	4.80	19.62
PT-POACH-3	14	8,30 - 8,80	44.40	27.10	5.20	79.00
PT-POACH-3	15	8,80 - 9,30	66.60	45.40	4.80	52.22
PT-POACH-3	16	9,30 - 9,80	46.20	30.80	5.00	59.69

## OBSERVACIONES GENERALES:

---

---

---



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TÉCNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 13/05/15

SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	W <sub>sh+T</sub>	W <sub>ss+T</sub>	W <sub>T</sub>	HUMEDAD NATURAL
PT-POACH-4	1	0,00 - 0,50	32.80	31.40	4.80	5.26
PT-POACH-4	2	0,50 - 1,00	39.80	37.30	7.00	8.25
PT-POACH-4	3	1,00 - 1,50	44.30	43.40	5.00	2.34
PT-POACH-4	4	1,50 - 2,00	51.60	50.50	5.00	2.42
PT-POACH-4	5	2,00 - 2,50	37.60	36.50	5.30	3.53
PT-POACH-4	7	3,00 - 3,50	39.90	38.70	5.30	3.59
PT-POACH-4	9	4,00 - 4,50	38.30	36.00	5.00	7.42
PT-POACH-4	11	5,00 - 5,50	54.90	47.10	11.00	21.61
PT-POACH-4	12	5,50 - 6,00	71.10	62.20	5.40	15.67
PT-POACH-4	13	6,00 - 6,50	44.20	38.90	5.10	15.68
PT-POACH-4	15	7,00 - 7,50	59.50	51.90	5.60	16.41
PT-POACH-4	18	8,50 - 9,00	60.70	51.60	5.30	19.65
PT-POACH-4	19	9,00 - 9,50	45.10	38.90	5.20	18.40
PT-POACH-4	20	9,50 - 10,00	76.60	69.50	6.50	11.27

## OBSERVACIONES GENERALES:

INGENIERO DE LABORATORIO

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

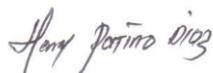
PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: - 2 - 2

FECHA: 12/05/15

SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	W <sub>sh+T</sub>	W <sub>ss+T</sub>	W <sub>T</sub>	HUMEDAD NATURAL
PT-POACH-2-2	1	0,00 - 0,50	55.20	52.00	4.00	6.67
PT-POACH-2-2	2	0,50 - 1,00	41.70	35.60	7.00	21.33
PT-POACH-2-2	4	1,50 - 2,00	52.30	44.10	8.10	22.78
PT-POACH-2-2	5	2,00 - 2,50	36.10	30.60	5.70	22.09
PT-POACH-2-2	6	2,50 - 3,00	50.90	41.80	5.10	24.80
PT-POACH-2-2	8	3,50 - 4,00	53.40	46.50	4.70	16.51
PT-POACH-2-2	10	4,50 - 5,00	43.50	37.60	5.00	18.10
PT-POACH-2-2	11	5,00 - 5,50	41.50	34.60	4.60	23.00
PT-POACH-2-2	12	5,50 - 6,00	38.00	31.50	5.00	24.53
PT-POACH-2-2	13	6,00 - 6,50	39.10	34.00	4.90	17.53
PT-POACH-2-2	14	6,50 - 7,00	42.10	35.40	5.20	22.19
PT-POACH-2-2	16	7,50 - 8,00	55.40	46.40	5.00	21.74
PT-POACH-2-2	19	9,00 - 9,50	40.00	33.90	5.00	21.11
PT-POACH-2-2	20	9,50 - 10,00	46.70	36.70	3.80	30.40

## OBSERVACIONES GENERALES:



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

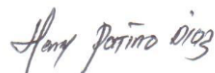
PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: - 2 - 3

FECHA: 12/05/15

SONDEO	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	W <sub>sh+T</sub>	W <sub>ss+T</sub>	W <sub>T</sub>	HUMEDAD NATURAL
PT-POACH-2-3	1	0,00 - 0,50	46.60	40.40	4.80	17.42
PT-POACH-2-3	2	0,50 - 1,00	52.60	45.60	5.10	17.28
PT-POACH-2-3	3	1,00 - 1,50	51.20	41.10	4.80	27.82
PT-POACH-2-3	4	1,50 - 2,00	46.70	40.10	5.60	19.13
PT-POACH-2-3	5	2,00 - 2,50	42.30	36.70	3.70	16.97
PT-POACH-2-3	7	3,00 - 3,50	44.60	35.60	5.00	29.41
PT-POACH-2-3	9	4,00 - 4,50	59.00	44.20	5.30	38.05
PT-POACH-2-3	11	5,00 - 5,50	41.00	30.70	4.70	39.62
PT-POACH-2-3	12	5,50 - 6,00	43.10	31.90	4.60	41.03
PT-POACH-2-3	13	6,00 - 6,50	43.30	33.30	5.00	35.34
PT-POACH-2-3	15	7,00 - 7,50	53.70	42.10	5.10	31.35
PT-POACH-2-3	18	8,50 - 9,00	34.20	26.30	5.00	37.09
PT-POACH-2-3	19	9,00 - 9,50	33.30	17.30	5.50	135.59
PT-POACH-2-3	20	9,50 - 10,00	62.30	48.80	5.20	30.96

## OBSERVACIONES GENERALES:



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-1

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		260.1 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19	34.00	13.07	86.93
½	12.7	15.10	5.81	81.12
⅜	9.5	14.60	5.61	75.51
No 4	4.75	18.00	6.92	68.59
No 10	2	16.10	6.19	62.40
No 40	0.425	25.20	9.69	52.71
No 100	0.15	20.40	7.84	44.87
No 200	0.075	6.10	2.35	42.52

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	21.8	24.7	25.3
Peso suelo seco + lata (gr)	18.8	21.4	22.4
Peso de lata (gr)	6.9	7.3	8.9
Contenido de humedad, %	25.2	23.4	21.5
Número de golpes, N	14	23	39

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.2	19.8	
Peso suelo seco + lata (gr)	16.0	17.4	
Peso de lata (gr)	4.9	5.1	
Contenido de humedad, %	19.8	19.5	

LIMITE LIQUIDO: 23.1 %

LINEA A: 2.263

LIMITE PLASTICO: 19.7 %

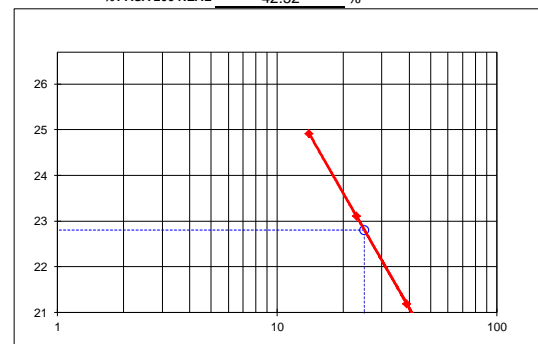
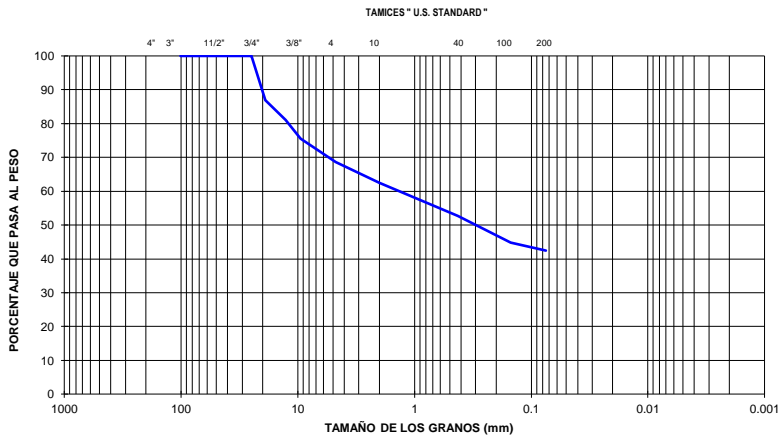
INDICE DE PLASTICIDAD: 3.4 %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:  $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

% PASA 200 REAL: 42.52 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-1

PROFUNDIDAD: 5.20 - 5.70

MUESTRA: 11

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		236.4 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
¾	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	17.10	7.23	92.77
No 100	0.15	93.40	39.51	53.26
No 200	0.075	73.90	31.26	22.00

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

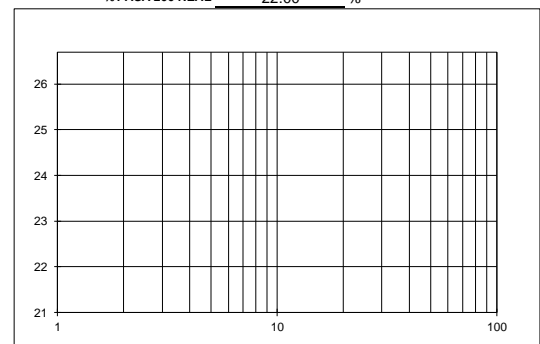
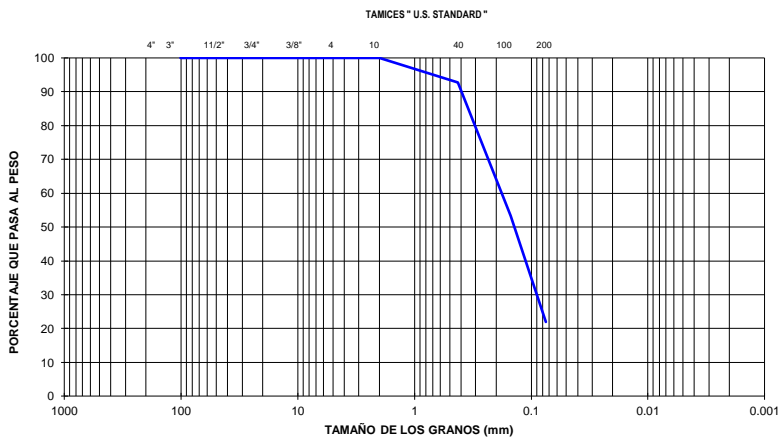
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 22.00 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº: DIRECTOR TECNICO



CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-1

PROFUNDIDAD: 8,60 - 9,10

MUESTRA: 17

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		227.1 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425			100.00
No 100	0.15	1.50	0.66	99.34
No 200	0.075	1.90	0.84	98.50

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	24.4	31.2	25.8
Peso suelo seco + lata (gr)	19.9	25.7	21.5
Peso de lata (gr)	8.7	11.3	9.7
Contenido de humedad, %	40.2	38.2	36.4
Número de golpes, N	14	23	36

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	19.7	17.6	
Peso suelo seco + lata (gr)	18.4	16.4	
Peso de lata (gr)	12.5	11.0	
Contenido de humedad, %	22.0	22.2	

LIMITE LIQUIDO: 37.9 %

LINEA A: 13.067

LIMITE PLASTICO: 22.1 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 15.8 %

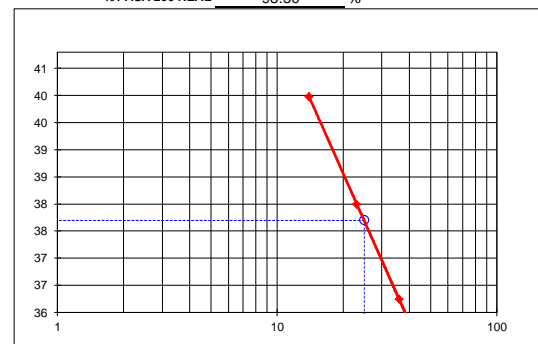
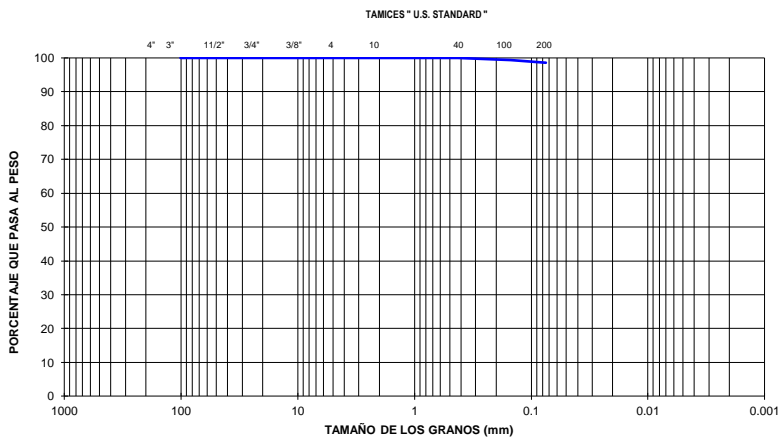
$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:

% PASA 200 REAL: 98.50 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Portino 0103*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		129.1 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	2.20	1.70	98.30
No 100	0.15	8.40	6.51	91.79
No 200	0.075	36.30	28.12	63.67

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

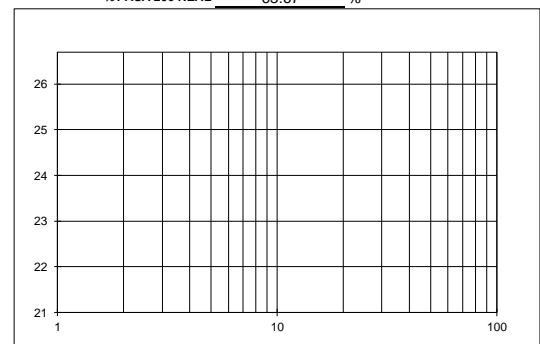
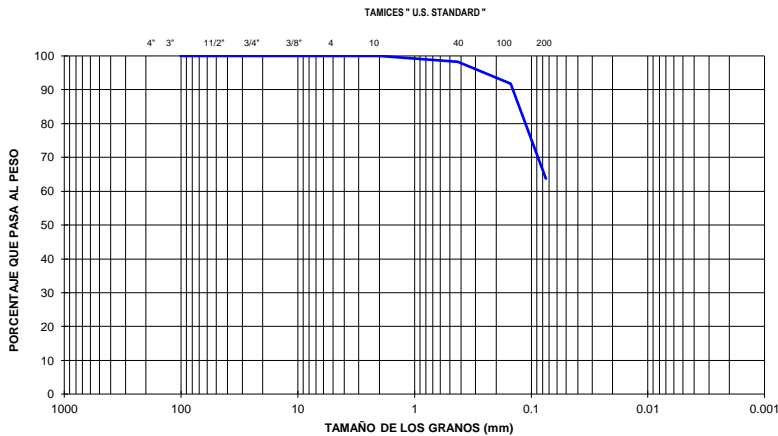
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: ML

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 63.67 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2

PROFUNDIDAD: 5,40 - 5,90

MUESTRA: 11

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		230.6 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425			100.00
No 100	0.15	2.30	1.00	99.00
No 200	0.075	2.80	1.21	97.79

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	24.3	26.0	26.4
Peso suelo seco + lata (gr)	19.2	20.8	21.3
Peso de lata (gr)	7.4	8.1	7.9
Contenido de humedad, %	43.2	40.9	38.1
Número de golpes, N	14	23	39

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	16.7	17.7	
Peso suelo seco + lata (gr)	14.3	15.6	
Peso de lata (gr)	3.9	6.1	
Contenido de humedad, %	4.0	22.1	

LIMITE LIQUIDO: 40.3 %

LINEA A: 14.819

LIMITE PLASTICO: 13.1 %

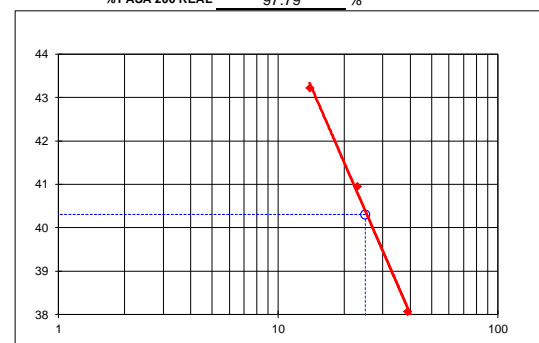
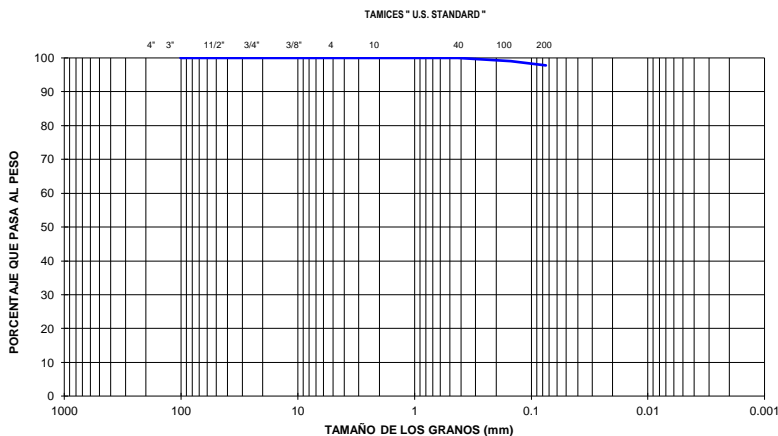
INDICE DE PLASTICIDAD: 27.2 %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:  $C_{C= (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}}$ , entre 1 y 3

% PASA 200 REAL: 97.79 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Handwritten signature*

INGENIERO DE LABORATORIO

*Handwritten signature*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2

PROFUNDIDAD: 8,60 - 9,10

MUESTRA: 17

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		173.7 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2	3.90	2.25	97.75
No 40	0.425	6.10	3.51	94.24
No 100	0.15	14.10	8.12	86.13
No 200	0.075	4.20	2.42	83.71

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	25.6	28.3	27.0
Peso suelo seco + lata (gr)	21.4	24.2	23.1
Peso de lata (gr)	9.6	11.5	10.4
Contenido de humedad, %	35.6	32.3	30.7
Número de golpes, N	14	23	36

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	20.2	19.2	
Peso suelo seco + lata (gr)	18.9	17.8	
Peso de lata (gr)	12.4	11.4	
Contenido de humedad, %	20.0	21.9	

LIMITE LIQUIDO: 32.4 %

LINEA A: 9.052

LIMITE PLASTICO: 20.9 %

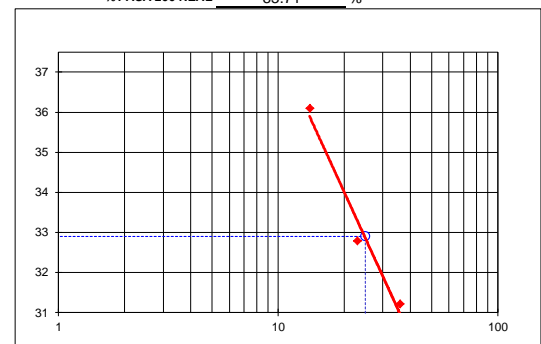
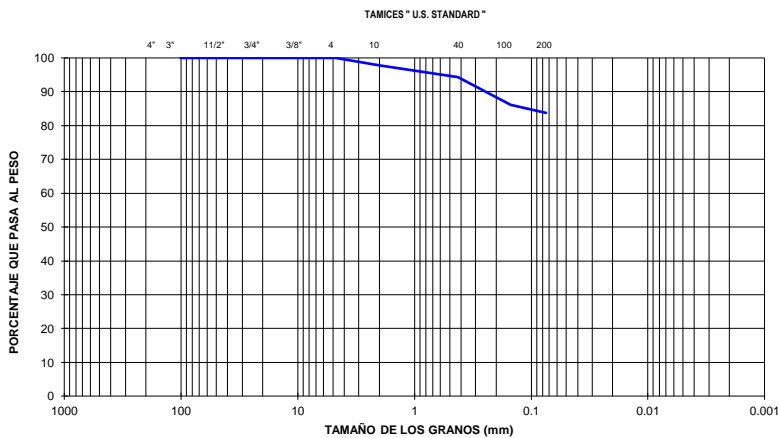
INDICE DE PLASTICIDAD: 11.5 %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 83.71 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-3

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		148.2 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
3/8	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425			100.00
No 100	0.15	1.50	1.01	98.99
No 200	0.075	2.20	1.48	97.50

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	29.3	23.7	19.6
Peso suelo seco + lata (gr)	23.1	18.9	15.7
Peso de lata (gr)	7.3	6.1	4.6
Contenido de humedad, %	39.2	37.5	35.1
Número de golpes, N	14	26	39

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.8	20.1	
Peso suelo seco + lata (gr)	16.2	17.3	
Peso de lata (gr)	4.6	5.1	
Contenido de humedad, %	22.4	23.0	

LIMITE LIQUIDO: 37.2 %

LINEA A: 12.556

LIMITE PLASTICO: 22.7 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 14.5 %

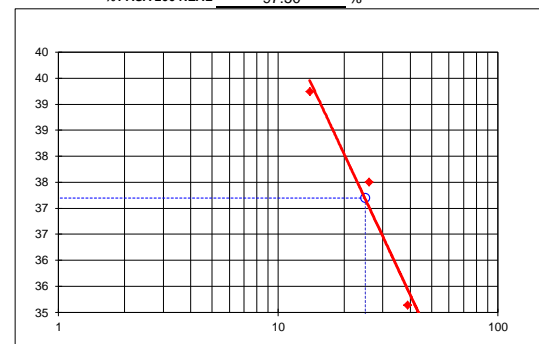
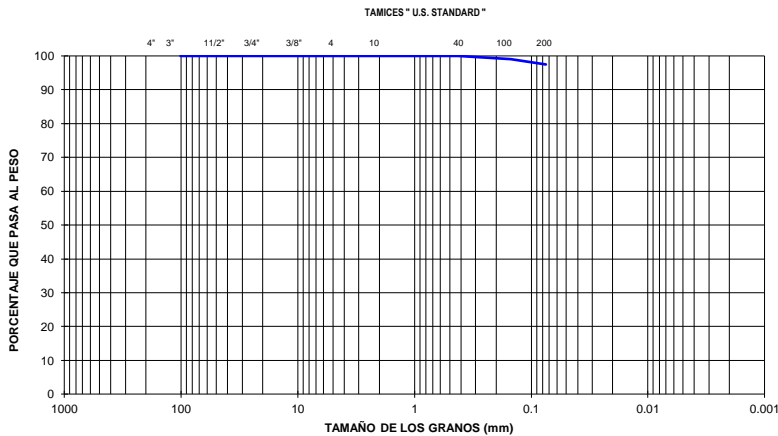
$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

% PASA 200 REAL: 97.50 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-3

PROFUNDIDAD: 5,40 - 5,90

MUESTRA: 10

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		151.6 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425			100.00
No 100	0.15	2.60	1.72	98.28
No 200	0.075	4.10	2.70	95.58

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	35.2	23.0	23.1
Peso suelo seco + lata (gr)	28.7	19.0	19.4
Peso de lata (gr)	11.3	7.6	8.1
Contenido de humedad, %	37.4	35.1	32.7
Número de golpes, N	18	27	40

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	19.3	19.8	
Peso suelo seco + lata (gr)	17.8	18.2	
Peso de lata (gr)	11.3	11.6	
Contenido de humedad, %	23.1	24.2	

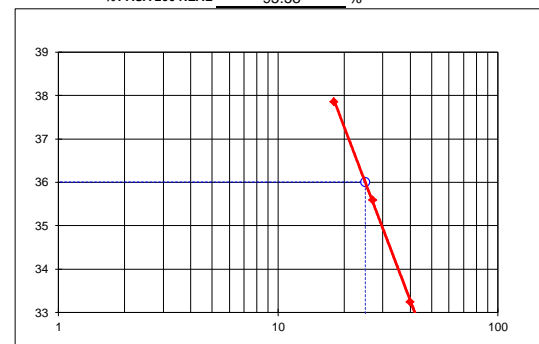
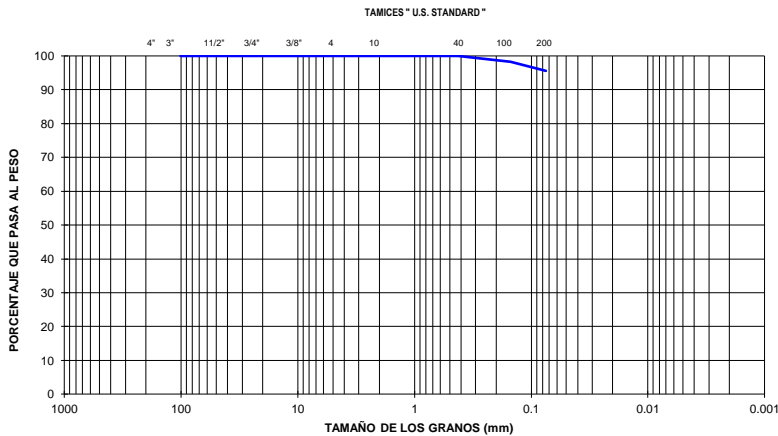
LIMITE LIQUIDO: 35.5 % LINEA A: 11.315

LIMITE PLASTICO: 23.7 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 11.8 %  $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL  $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 95.58 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-3

PROFUNDIDAD: 8,80 - 9,30

MUESTRA: 15

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		183.5 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2	5.10	2.78	97.22
No 40	0.425	8.40	4.58	92.64
No 100	0.15	16.50	8.99	83.65
No 200	0.075	6.30	3.43	80.22

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	25.8	26.5	29.9
Peso suelo seco + lata (gr)	21.4	22.4	25.6
Peso de lata (gr)	9.3	10.3	11.9
Contenido de humedad, %	36.4	33.9	31.4
Número de golpes, N	16	24	38

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.8	19.9	
Peso suelo seco + lata (gr)	16.3	17.4	
Peso de lata (gr)	4.6	5.9	
Contenido de humedad, %	21.4	21.7	

LIMITE LIQUIDO: 33.8 %

LINEA A: 10.074

LIMITE PLASTICO: 21.6 %

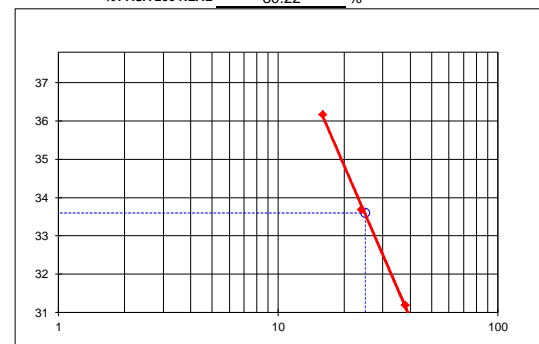
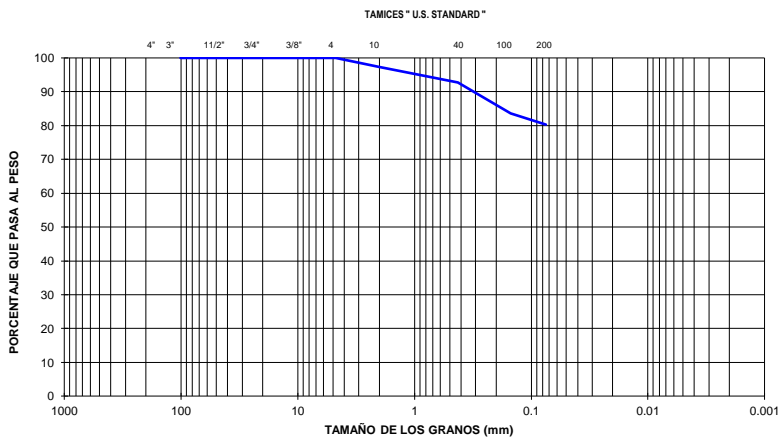
INDICE DE PLASTICIDAD: 12.2 %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 80.22 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Portino 0103*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO



CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-4

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		226.9 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
¾	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	13.00	5.73	94.27
No 100	0.15	87.60	38.61	55.66
No 200	0.075	68.10	30.01	25.65

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

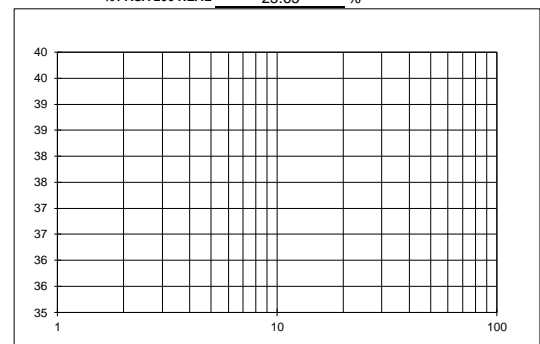
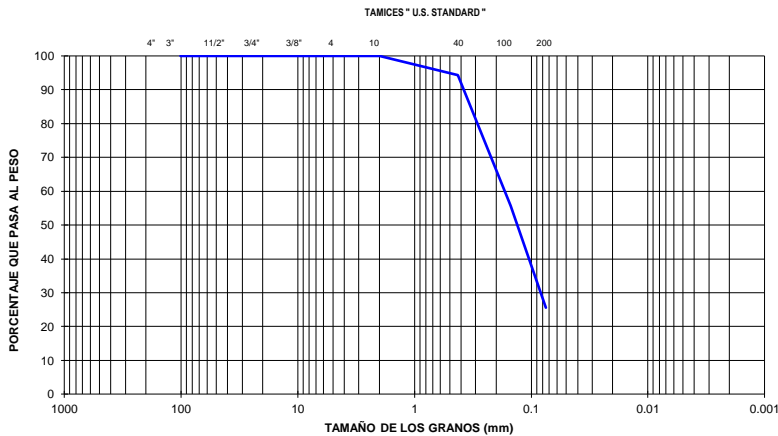
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:  $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

% PASA 200 REAL 25.65 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-4

PROFUNDIDAD: 5,50 - 6,00

MUESTRA: 12

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		221.2 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75	11.40	5.15	94.85
No 10	2	9.50	4.29	90.55
No 40	0.425	50.90	23.01	67.54
No 100	0.15	110.20	49.82	17.72
No 200	0.075	15.90	7.19	10.53

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

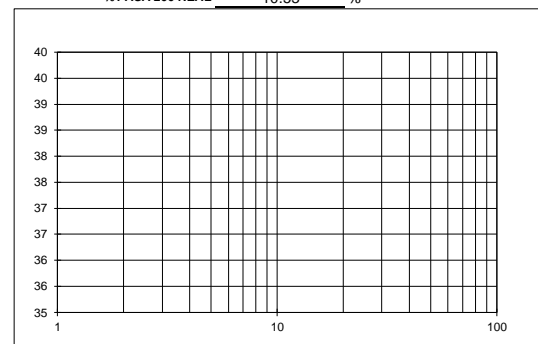
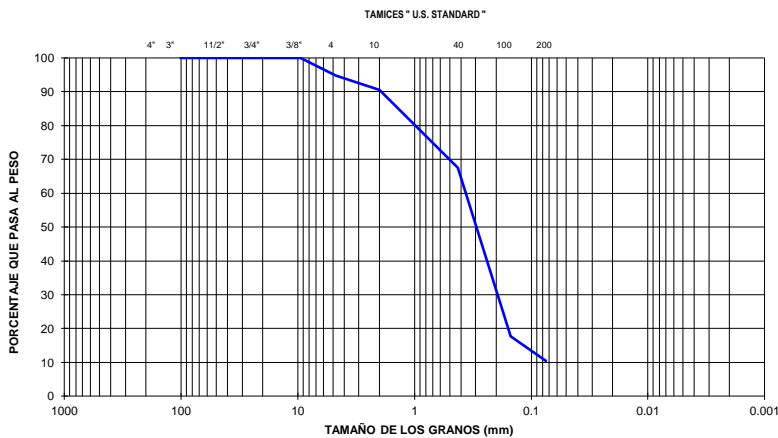
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM-SP

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 10.53 %

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-4

PROFUNDIDAD: 8,50 - 9,00

MUESTRA: 18

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		226.4 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75	13.60	6.01	93.99
No 10	2	10.90	4.81	89.18
No 40	0.425	52.40	23.14	66.03
No 100	0.15	112.50	49.69	16.34
No 200	0.075	16.40	7.24	9.10

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

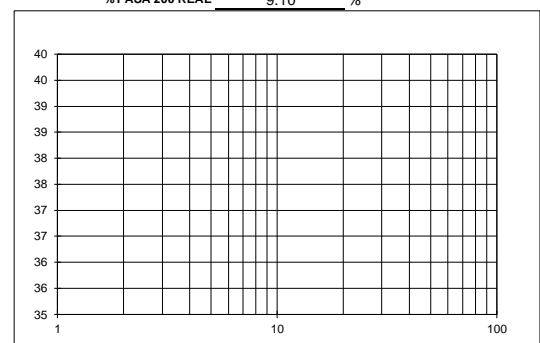
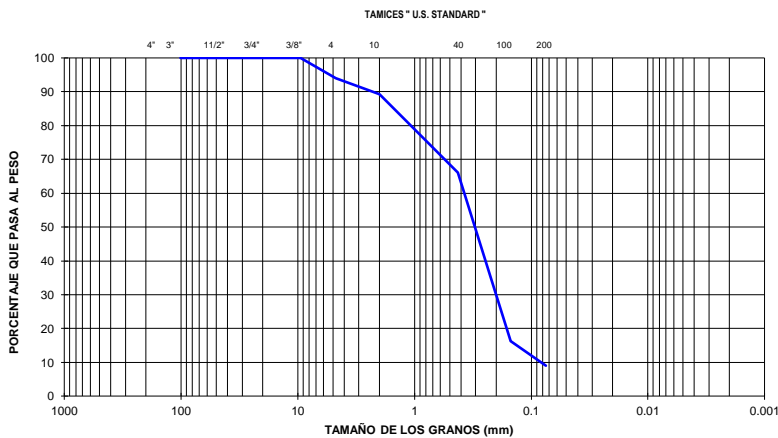
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM-SP

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 9.10 %

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2-2

PROFUNDIDAD: 0,50 - 1,00

MUESTRA: 2

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		240.0 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2	2.60	1.08	98.92
No 40	0.425	48.10	20.04	78.88
No 100	0.15	139.20	58.00	20.88
No 200	0.075	19.00	7.92	12.96

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

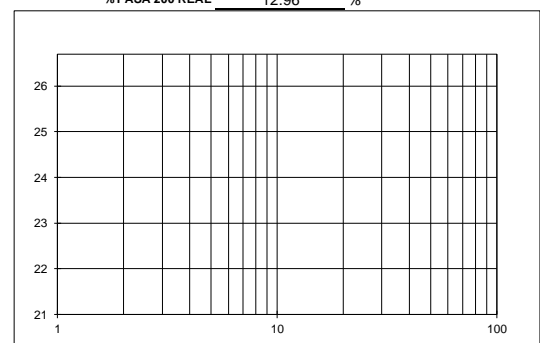
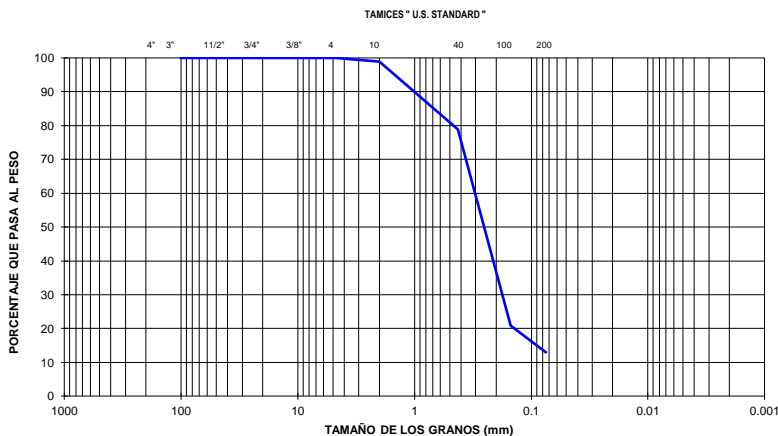
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 12.96 %

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2-2

PROFUNDIDAD: 4,50 - 5,00

MUESTRA: 10

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		253.9 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2	4.60	1.81	98.19
No 40	0.425	53.10	20.91	77.27
No 100	0.15	144.00	56.72	20.56
No 200	0.075	22.90	9.02	11.54

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

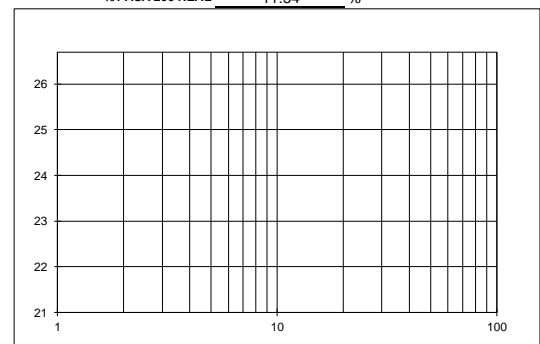
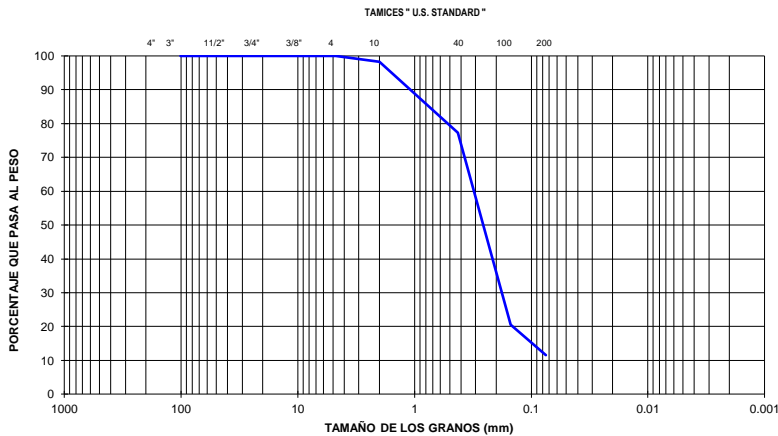
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SP-SM

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 11.54 %

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2-2

PROFUNDIDAD: 7,50 - 8,00

MUESTRA: 16

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		248.1 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2	3.70	1.49	98.51
No 40	0.425	50.40	20.31	78.19
No 100	0.15	141.50	57.03	21.16
No 200	0.075	21.10	8.50	12.66

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LINEA A: N/A

LIMITE PLASTICO: NP %

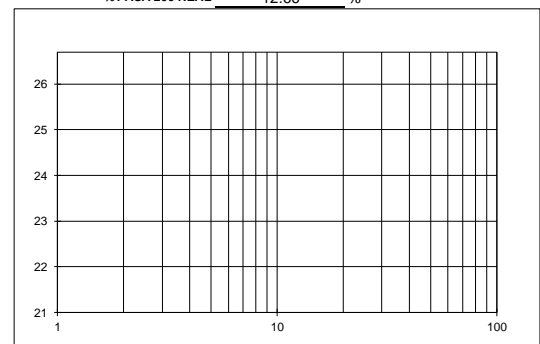
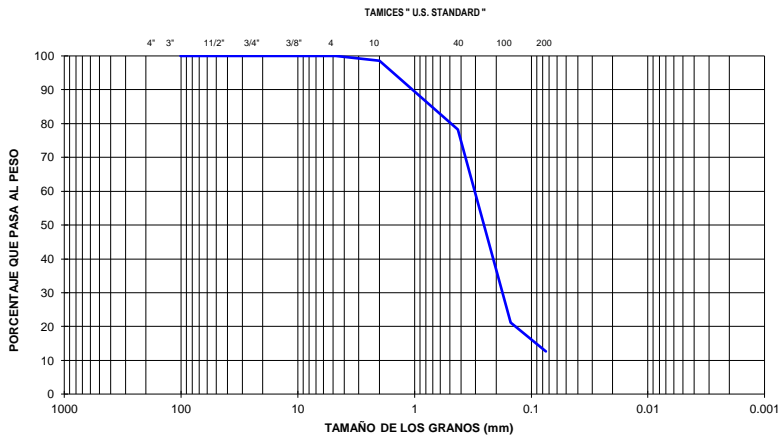
INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 12.66 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Portino 0103*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2-3

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		225.0 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425			100.00
No 100	0.15	1.00	0.44	99.56
No 200	0.075	1.30	0.58	98.98

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	24.5	26.2	31.1
Peso suelo seco + lata (gr)	19.6	21.4	25.6
Peso de lata (gr)	8.1	9.3	10.8
Contenido de humedad, %	42.6	39.7	37.2
Número de golpes, N	15	23	37

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.5	18.9	
Peso suelo seco + lata (gr)	15.9	16.4	
Peso de lata (gr)	4.6	5.9	
Contenido de humedad, %	23.0	23.8	

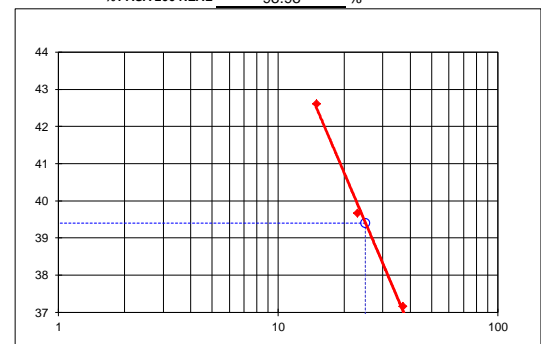
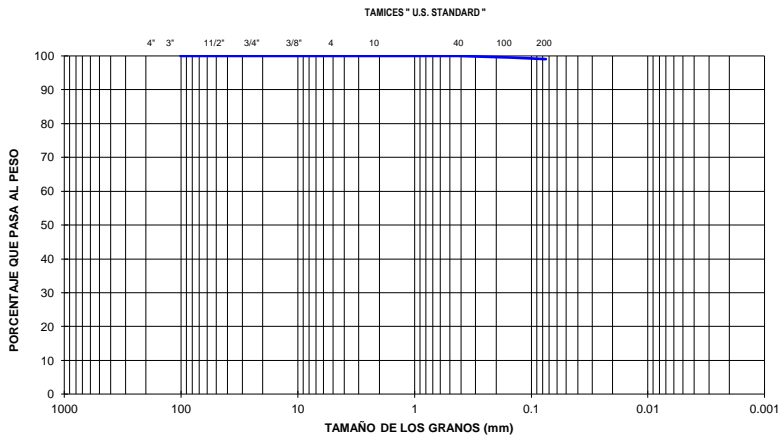
LIMITE LIQUIDO: 39.4 % LINEA A: 14.162

LIMITE PLASTICO: 23.4 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 16.0 %  $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL  $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$  entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 98.98 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Portino 0103*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO



CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2-3

PROFUNDIDAD: 5,50 - 6,00

MUESTRA: 12

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		221.9 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	11.40	5.14	94.86
No 100	0.15	22.30	10.05	84.81
No 200	0.075	15.10	6.80	78.01

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	23.6	22.5	26.6
Peso suelo seco + lata (gr)	20.1	19.4	22.9
Peso de lata (gr)	8.9	9.0	9.4
Contenido de humedad, %	31.3	29.8	27.4
Número de golpes, N	16	27	40

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.5	18.2	
Peso suelo seco + lata (gr)	16.0	15.8	
Peso de lata (gr)	4.9	5.1	
Contenido de humedad, %	22.5	22.4	

LIMITE LIQUIDO: 29.6 %

LINEA A: 7.008

LIMITE PLASTICO: 22.5 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 7.1 %

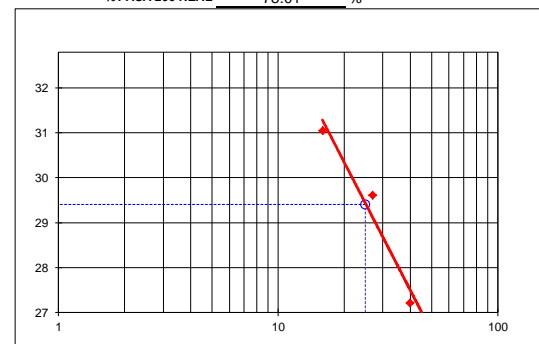
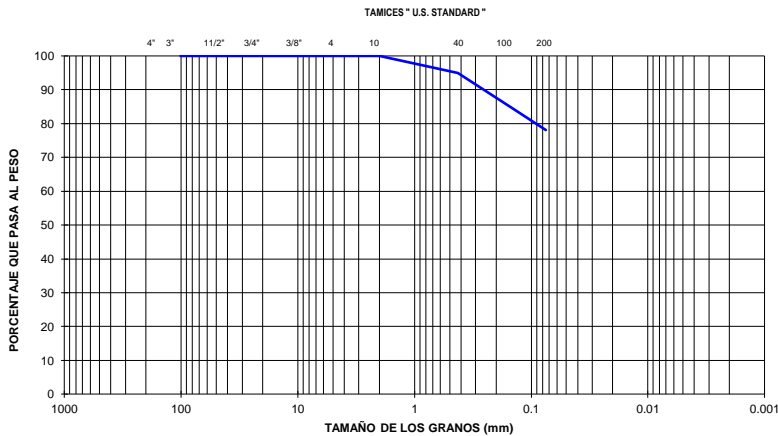
$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:

% PASA 200 REAL: 78.01 %



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

PROYECTO: PROTECCION ORILLA ACHI

LOCALIZACION: 21/05/15

FECHA: 21/05/15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-2-3

PROFUNDIDAD: 8,50 - 9,00

MUESTRA: 18

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		214.0 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
⅜	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	9.60	4.49	95.51
No 100	0.15	19.10	8.93	86.59
No 200	0.075	13.00	6.07	80.51

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	26.4	26.7	22.9
Peso suelo seco + lata (gr)	22.9	23.1	20.3
Peso de lata (gr)	10.5	9.4	9.6
Contenido de humedad, %	28.2	26.3	24.3
Número de golpes, N	15	24	36

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	17.1	19.5	
Peso suelo seco + lata (gr)	15.0	17.1	
Peso de lata (gr)	4.6	5.6	
Contenido de humedad, %	20.2	20.9	

LIMITE LIQUIDO: 26.0 %

LINEA A: 4.38

LIMITE PLASTICO: 20.5 %

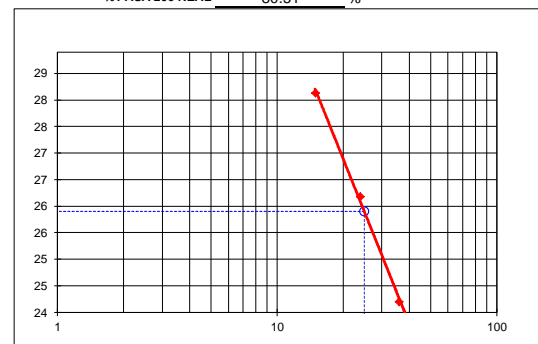
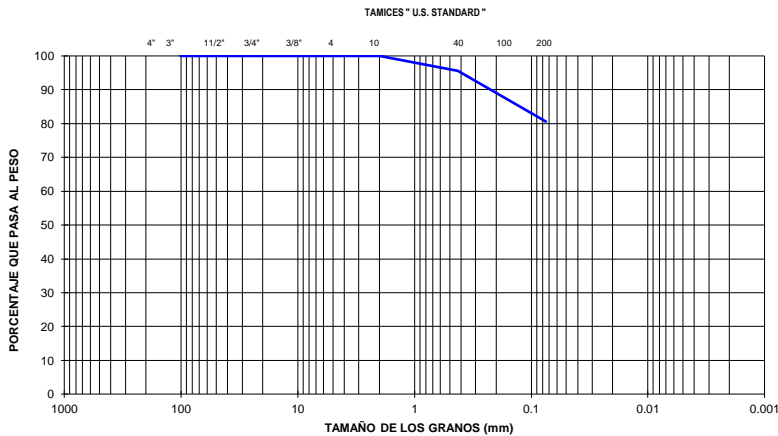
INDICE DE PLASTICIDAD: 5.5 %

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL-ML

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.: % PASA 200 REAL 80.51 %

$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ , entre 1 y 3



OBSERVACIONES GENERALES:

*Harry Portino 0103*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
LOCALIZACION: REGION DE LA MOJANA  
PROTECCION ORILLA ACHI

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
REFERENCIA:  
FECHA DE ENSAYO: 21/05/15

Sondeo: PT-POACH-1		Muestra: 12	Profundidad: 5,70 - 6,20
ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	731.50	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	174.50	
Peso Tara = T	g	74.90	
Peso Suelo Seco = Ws	g	99.60	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	37.60	
Gs = Ws/Ww (α=1.0 )	-	2.64	
Gravedad específica promedio	-	2.64	

Sondeo: _____				Muestra: _____				Profundidad: _____			
ENSAYO N°				UNIDAD		1		2			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws				g							
Temperatura				°C							
Peso Pic. + Agua = Wbw				g							
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS				g							
Peso Tara = T				g							
Peso Suelo Seco = Ws				g							
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws				g							
Gs = Ws/Ww ( α=1.0 )				-							
Gravedad específica promedio				-							

Sondeo: _____				Muestra: _____				Profundidad: _____			
ENSAYO N°				UNIDAD		1		2			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws				g							
Temperatura				°C							
Peso Pic. + Agua = Wbw				g							
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS				g							
Peso Tara = T				g							
Peso Suelo Seco = Ws				g							
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws				g							
Gs = Ws/Ww ( α=1.0 )				-							
Gravedad específica promedio											

*Henry Porcino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Firma]*

VºBº DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN

REFERENCIA:

REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA DE ENSAYO: 21/05/15

Sondeo: PT-POACH-2 Muestra: 12 Profundidad: 5,90 - 6,40

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	732.90	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	194.10	
Peso Tara = T	g	93.60	
Peso Suelo Seco = Ws	g	100.50	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	37.10	
Gs = $Ws/Ww$ ( $\alpha=1.0$ )	-	2.70	
<b>Gravedad específica promedio</b>	-	<b>2.70</b>	

Sondeo: Muestra: Profundidad:

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g		
Temperatura	°C		
Peso Pic. + Agua = Wbw	g		
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g		
Peso Tara = T	g		
Peso Suelo Seco = Ws	g		
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g		
Gs = $Ws/Ww$ ( $\alpha=1.0$ )	-		
<b>Gravedad específica promedio</b>	-		

Sondeo: Muestra: Profundidad:

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g		
Temperatura	°C		
Peso Pic. + Agua = Wbw	g		
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g		
Peso Tara = T	g		
Peso Suelo Seco = Ws	g		
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g		
Gs = $Ws/Ww$ ( $\alpha=1.0$ )	-		
<b>Gravedad específica promedio</b>	-		

*Henry Portino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Signature]*

VºBº DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

REFERENCIA:

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA DE ENSAYO: 21/05/15

Sondeo: PT-POACH-3 Muestra: 3 Profundidad: 1,00 - 1,50

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	733.20	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	185.60	
Peso Tara = T	g	85.10	
Peso Suelo Seco = Ws	g	100.50	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	36.80	
Gs = Ws/Ww ( $\alpha=1.0$ )	-	2.73	
Gravedad específica promedio		-	2.73

Sondeo: PT-POACH-3 Muestra: 11 Profundidad: 5,90 - 6,60

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	733.50	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	215.20	
Peso Tara = T	g	114.90	
Peso Suelo Seco = Ws	g	100.30	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	36.50	
Gs = Ws/Ww ( $\alpha=1.0$ )	-	2.74	
Gravedad específica promedio		-	2.74

Sondeo: Muestra: Profundidad:


ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g		
Temperatura	°C		
Peso Pic. + Agua = Wbw	g		
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g		
Peso Tara = T	g		
Peso Suelo Seco = Ws	g		
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g		
Gs = Ws/Ww ( $\alpha=1.0$ )	-		
Gravedad específica promedio			

*Henry Portino Diaz*

INGENIERO DE LABORATORIO

*[Firma]*

VºBº DIRECTOR TECNICO


	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS FINOS</b> <b>ASTM D 854-92/NTC 1974</b>	Código: LAB-R-3
		Versión: 4
		Fecha: Febrero 27 de 2012

**CLIENTE:** FONDO DE ADAPTACIÓN  
**ORDEN DE TRABAJO:** 202-001-15  
**PROYECTO:** EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
**REFERENCIA:**  
**LOCALIZACION:** REGION DE LA MOJANA  
**FECHA DE ENSAYO:** 21/05/15  
**PROTECCION ORILLA ACHI**

Sondeo: PT-POACH-4	Muestra: 3	Profundidad: 1,00 - 1,50	
ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	733.30	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	181.30	
Peso Tara = T	g	80.50	
Peso Suelo Seco = Ws	g	100.80	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	37.00	
Gs = Ws/Ww (α=1.0 )	-	2.72	
Gravedad específica promedio	-	2.72	

Sondeo: PT-POACH-4	Muestra: 13	Profundidad: 6,00 - 6,50	
ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	732.80	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	220.10	
Peso Tara = T	g	120.40	
Peso Suelo Seco = Ws	g	99.70	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	36.40	
Gs = Ws/Ww (α=1.0 )	-	2.73	
Gravedad específica promedio	-	2.73	

Sondeo: _____				Muestra: _____				Profundidad: _____			
ENSAYO N°				UNIDAD		1		2			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws				g							
Temperatura				°C							
Peso Pic. + Agua = Wbw				g							
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS				g							
Peso Tara = T				g							
Peso Suelo Seco = Ws				g							
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws				g							
Gs = Ws/Ww (α=1.0 )				-							
Gravedad específica promedio											

  
**INGENIERO DE LABORATORIO**

  
**VºBº DIRECTOR TECNICO**

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
LOCALIZACION: REGION DE LA MOJANA  
PROTECCION ORILLA ACHI 2-2

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
REFERENCIA:  
FECHA DE ENSAYO: 21/05/15

Sondeo: <u>PT-POACH-2-2</u>		Muestra: <u>2</u>	Profundidad: <u>0,50 - 1,00</u>	
ENSAYO N°		UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws		g	732.70	
Temperatura		°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw		g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS		g	164.90	
Peso Tara = T		g	64.80	
Peso Suelo Seco = Ws		g	100.10	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws		g	36.90	
Gs = Ws/Ww (α=1.0 )		-	2.71	
Gravedad específica promedio		-	2.71	

Sondeo: _____				Muestra: _____				Profundidad: _____			
ENSAYO N°				UNIDAD		1		2			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws				g							
Temperatura				°C							
Peso Pic. + Agua = Wbw				g							
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS				g							
Peso Tara = T				g							
Peso Suelo Seco = Ws				g							
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws				g							
Gs = Ws/Ww ( α =1.0 )				-							
Gravedad específica promedio				-							

Sondeo: _____				Muestra: _____				Profundidad: _____			
ENSAYO N°				UNIDAD		1		2			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws				g							
Temperatura				°C							
Peso Pic. + Agua = Wbw				g							
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS				g							
Peso Tara = T				g							
Peso Suelo Seco = Ws				g							
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws				g							
Gs = Ws/Ww ( α =1.0 )				-							
Gravedad específica promedio											

*Handwritten signature*

INGENIERO DE LABORATORIO

*Handwritten signature*

VºBº DIRECTOR TECNICO



CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

REFERENCIA:

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI 2-3

FECHA DE ENSAYO: 21/05/15

Sondeo: PT-POACH-2-3 Muestra: 3 Profundidad: 1,00 - 1,50

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	732.10	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	200.10	
Peso Tara = T	g	101.40	
Peso Suelo Seco = Ws	g	98.40	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	36.10	
Gs = Ws/Ww ( $\alpha=1.0$ )	-	2.72	
<b>Gravedad específica promedio</b>	-	<b>2.72</b>	

Sondeo: PT-POACH-2-3 Muestra: 12 Profundidad: 5,50 - 6,00

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	731.90	
Temperatura	°C	28.0	
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	669.50	
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g	191.40	
Peso Tara = T	g	92.30	
Peso Suelo Seco = Ws	g	99.10	
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	36.80	
Gs = Ws/Ww ( $\alpha=1.0$ )	-	2.69	
<b>Gravedad específica promedio</b>	-	<b>2.69</b>	

Sondeo: Muestra: Profundidad:

ENSAYO N°	UNIDAD	1	2
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g		
Temperatura	°C		
Peso Pic. + Agua = Wbw	g		
Peso Suelo Seco + Tara = T + SS	g		
Peso Tara = T	g		
Peso Suelo Seco = Ws	g		
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g		
Gs = Ws/Ww ( $\alpha=1.0$ )	-		
<b>Gravedad específica promedio</b>			

*Handwritten signature*

INGENIERO DE LABORATORIO

*Handwritten signature*

VºBº DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: may-15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-3

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

**GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522**

Peso Muestra y Tara		151.6 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
3/8	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425			100.00
No 100	0.15	2.60	1.72	98.28
No 200	0.075	4.10	2.70	95.58

**LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630**

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	25.8	26.5	29.9
Peso suelo seco + lata (gr)	21.4	22.4	25.6
Peso de lata (gr)	9.3	10.3	11.9
Contenido de humedad, %	36.4	33.9	31.4
Número de golpes, N	16	24	38

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.8	19.9	
Peso suelo seco + lata (gr)	16.3	17.4	
Peso de lata (gr)	4.6	5.9	
Contenido de humedad, %	21.4	21.7	

LIMITE LIQUIDO: 33.8 %

LIMITE PLASTICO: 21.6 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 12.2 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:

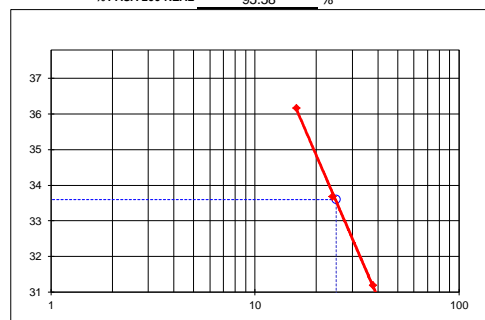
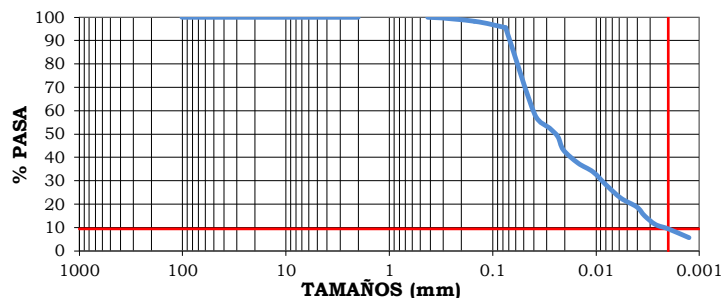
% PASA 200 REAL: 95.58 %

LINEA A: 10.074

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES GENERALES:**

% Partículas <2m = 9,40

INGENIERO DE LABORATORIO

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE:

FONDO DE ADAPTACIÓN

PROYECTO:

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION:

PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA:

may-15

ORDEN DE TRABAJO:

202-001-15

SONDEO:

PT-POACH-3

PROFUNDIDAD:

1,00 - 1,50

MUESTRA:

3

Peso suelo seco :	50.00	g	Corrección de cero (C <sub>0</sub> ):	6.50
Gravedad específica:	2.73		Corrección de menisco :	1.00
Temperatura :	28		Corrección para Gs:	0.98
% Pasa tamiz 200 :	95.58	%	Valor de K:	0.01210

Tiempo	Lectura Real	Rc	% EN SUSPENSION	Lectura Correg. Menisco	L (cm)	L/t (cm/min)	Diámetro (mm)	% MAS FINO
							0.075	95.58
1	35	31.00	60.93	36.00	10.4	10.40	0.0390	58.24
2	32	28.00	55.03	33.00	10.9	5.44	0.0282	52.60
3	30	26.00	51.10	31.00	11.2	3.74	0.0234	48.85
4	27	23.00	45.21	28.00	11.7	2.93	0.0207	43.21
8	24	20.00	39.31	25.00	12.2	1.52	0.0149	37.57
16	22	18.00	35.38	23.00	12.5	0.78	0.0107	33.82
30	19	15.00	29.48	20.00	13.0	0.43	0.0080	28.18
60	16	12.00	23.59	17.00	13.5	0.23	0.0057	22.54
125	14	10.00	19.66	15.00	13.8	0.11	0.0040	18.79
180	12	8.00	15.72	13.00	14.2	0.08	0.0034	15.03
300	10	6.00	11.79	11.00	14.5	0.05	0.0027	11.27
540	9	5.00	9.83	10.00	14.7	0.03	0.0020	9.39
1380	7	3.00	5.90	8.00	15.0	0.01	0.0013	5.64

OBSERVACIONES GENERALES:



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO

<b>SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	<b>ENSAYOS DE CLASIFICACION GRANULOMETRIA, LIMITES DE ATTERBERG E HIDROMETRO</b>	Código: LAB-R-4 Versión: 6 Fecha: Febrero 20 de 2015

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: may-15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

SONDEO: PT-POACH-4

PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,50

MUESTRA: 3

GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522

Peso Muestra y Tara			226.9 g	
Peso Tara			0 g	
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
3/8	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	13.00	5.73	94.27
No 100	0.15	87.60	38.61	55.66
No 200	0.075	68.10	30.01	25.65

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			
Número de golpes, N			

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)			
Peso suelo seco + lata (gr)			
Peso de lata (gr)			
Contenido de humedad, %			

LIMITE LIQUIDO: NL %

LIMITE PLASTICO: NP %

INDICE DE PLASTICIDAD: NL-NP %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:

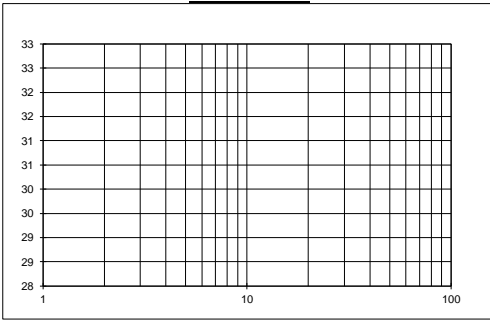
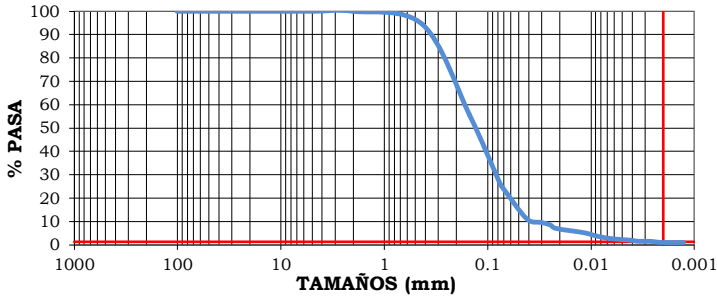
% PASA 200 REAL: 25.65 %

LINEA A: N/A

$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$

$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES GENERALES:	
	% Partículas <2m = 1,30

INGENIERO DE LABORATORIO

VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE:

FONDO DE ADAPTACIÓN

PROYECTO:

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION:

PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA:

may-15

ORDEN DE TRABAJO:

202-001-15

SONDEO:

PT-POACH-4

PROFUNDIDAD:

1,00 - 1,50


MUESTRA:

3


Peso suelo seco :	50.00	g	Corrección de cero (C <sub>0</sub> ):	6.50
Gravedad específica:	2.72		Corrección de menisco :	1.00
Temperatura :	28		Corrección para Gs:	0.98
% Pasa tamiz 200 :	25.65	%	Valor de K:	0.01215

Tiempo	Lectura Real	Rc	% EN SUSPENSION	Lectura Correg. Menisco	L (cm)	L/t (cm/min)	Diámetro (mm)	% MAS FINO
							0.075	25.65
1	26	22.00	43.33	27.00	11.9	11.87	0.0419	11.11
2	23	19.00	37.42	24.00	12.4	6.18	0.0302	9.60
3	21	17.00	33.48	22.00	12.7	4.23	0.0250	8.59
4	18	14.00	27.58	19.00	13.2	3.30	0.0221	7.07
8	16	12.00	23.64	17.00	13.5	1.69	0.0158	6.06
16	14	10.00	19.70	15.00	13.8	0.86	0.0113	5.05
30	11	7.00	13.79	12.00	14.3	0.48	0.0084	3.54
60	9	5.00	9.85	10.00	14.7	0.24	0.0060	2.53
125	8	4.00	7.88	9.00	14.8	0.12	0.0042	2.02
180	7	3.00	5.91	8.00	15.0	0.08	0.0035	1.52
300	7	3.00	5.91	8.00	15.0	0.05	0.0027	1.52
540	6	2.00	3.94	7.00	15.1	0.03	0.0020	1.01
1380	6	2.00	3.94	7.00	15.1	0.01	0.0013	1.01

OBSERVACIONES GENERALES:



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO

 <b>SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	<b>ENSAYOS DE CLASIFICACION GRANULOMETRIA, LIMITES DE ATTERBERG E HIDROMETRO</b>	Código: LAB-R-4
		Versión: 6
		Fecha: Febrero 20 de 2015

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
 PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA  
 LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI - 2-3  
 FECHA: may-15

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
 SONDEO: PT-POACH-2-3  
 PROFUNDIDAD: 5,50 - 6,00  
 MUESTRA: 12

GRANULOMETRIA - ASTM D 6913/ NTC 1522

Peso Muestra y Tara		221.9 g		
Peso Tara		0 g		
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
(Nº)	(mm)			
4	101.6			100.00
3	76.1			100.00
2½	64			100.00
2	50.8			100.00
1½	38.1			100.00
1	25			100.00
¾	19			100.00
½	12.7			100.00
3/8	9.5			100.00
No 4	4.75			100.00
No 10	2			100.00
No 40	0.425	11.40	5.14	94.86
No 100	0.15	22.30	10.05	84.81
No 200	0.075	15.10	6.80	78.01

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318-95/NTC 4630

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	23.6	22.5	26.6
Peso suelo seco + lata (gr)	20.1	19.4	22.9
Peso de lata (gr)	8.9	9.0	9.4
Contenido de humedad, %	31.3	29.8	27.4
Número de golpes, N	16	27	40

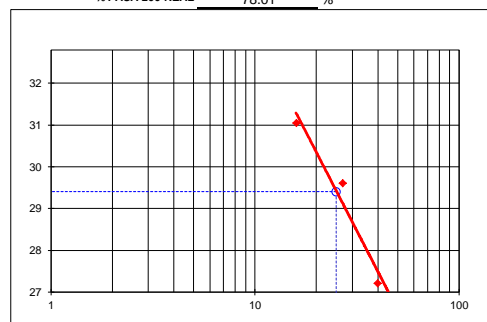
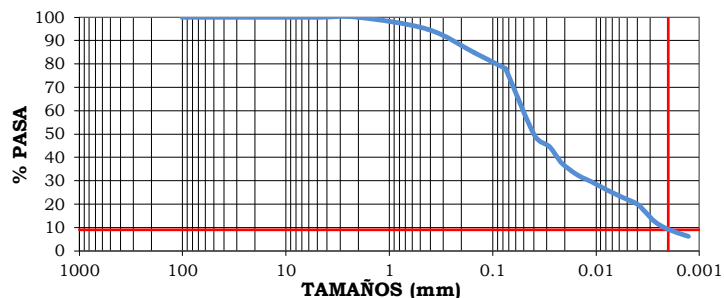
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso suelo húmedo + lata (gr)	18.5	18.2	
Peso suelo seco + lata (gr)	16.0	15.8	
Peso de lata (gr)	4.9	5.1	
Contenido de humedad, %	22.5	22.4	

LIMITE LIQUIDO: 29.6 %  
 LIMITE PLASTICO: 22.5 %  
 INDICE DE PLASTICIDAD: 7.1 %  
 CLASIFICACION S.U.C.S.: CL  
 CLASIFICACION A.A.S.T.H.O.:  
 % PASA 200 REAL: 78.01 %


LINEA A: 7.008  
 $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$   
 $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES GENERALES:  
 % Partículas <2m = 9,0

INGENIERO DE LABORATORIO  
 VºBº. DIRECTOR TECNICO

 <b>SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	ANALISIS GRANULOMETRICO METODO DEL HIDROMETRO	Código: LAB-R-4
		Versión: 6
	ASTM D 422-63	Fecha: Febrero 20 de 2015

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN
PROYECTO:	EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA
LOCALIZACION:	PROTECCION ORILLA ACHI - 2-3
FECHA:	may-15

ORDEN DE TRABAJO:	202-001-15
SONDEO:	PT-POACH-2-3
PROFUNDIDAD:	5,50 - 6,00
MUESTRA:	12

Peso suelo seco :	50.00	g	Corrección de cero (C <sub>0</sub> ):	6.50
Gravedad específica:	2.69		Corrección de menisco :	1.00
Temperatura :	28		Corrección para Gs:	0.99
% Pasa tamiz 200 :	78.01	%	Valor de K:	0.01232

Tiempo	Lectura Real	Rc	% EN SUSPENSION	Lectura Correg. Menisco	L (cm)	L/t (cm/min)	Diámetro (mm)	% MAS FINO
							0.075	78.01
1	36	32.00	63.43	37.00	10.2	10.23	0.0394	49.48
2	33	29.00	57.48	34.00	10.7	5.36	0.0285	44.84
3	30	26.00	51.54	31.00	11.2	3.74	0.0238	40.20
4	28	24.00	47.57	29.00	11.5	2.89	0.0209	37.11
8	25	21.00	41.63	26.00	12.0	1.50	0.0151	32.47
16	23	19.00	37.66	24.00	12.4	0.77	0.0108	29.38
30	21	17.00	33.70	22.00	12.7	0.42	0.0080	26.29
60	19	15.00	29.73	20.00	13.0	0.22	0.0057	23.19
125	17	13.00	25.77	18.00	13.3	0.11	0.0040	20.10
180	15	11.00	21.80	16.00	13.7	0.08	0.0034	17.01
300	12	8.00	15.86	13.00	14.2	0.05	0.0027	12.37
540	10	6.00	11.89	11.00	14.5	0.03	0.0020	9.28
1380	8	4.00	7.93	9.00	14.8	0.01	0.0013	6.18

OBSERVACIONES GENERALES:



INGENIERO DE LABORATORIO



VºBº. DIRECTOR TECNICO

CLIENTE:

FONDO DE ADAPTACIÓN

PROYECTO:

EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACION:

PROTECCION ORILLA ACHI

ORDEN DE TRABAJO:

202-001-15

SONDEO:

PT-POACH-1


FECHA :

19/05/2015

SONDEO	PROFUNDIDAD	MUESTRA	PESO CRISOL	PESO SUELO SECO + CRISOL	PESO SUELO CALCINADO + CRISOL	(%) MATERIA ORGANICA
PT-POACH-1	2,50 - 3,00	6	60.5	98.30	95.5	7.41

REMARKS:



 <b>SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	<b>ENSAYO DE MATERIA ORGANICA</b>	CODIGO: LAB-R-2
	I.N.V. E-121	VERSION: 5
	FECHA: FEBRERO 27 DE 2012	

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN	ORDEN DE TRABAJO:	202-001-15
PROYECTO:	EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA	SONDEO:	PT-POACH-4
LOCALIZACION:	PROTECCION ORILLA ACHI	FECHA :	19/05/2015

SONDEO	PROFUNDIDAD	MUESTRA	PESO CRISOL	PESO SUELO SECO + CRISOL	PESO SUELO CALCINADO + CRISOL	(%) MATERIA ORGANICA
PT-POACH-4	3,00 - 3,50	7	61.9	125.90	124.9	1.56

REMARKS:

---



---



---

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA

SONDEO: PT-POACH-2-3

LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI 2-3

FECHA : 19/05/2015

SONDEO	PROFUNDIDAD	MUESTRA	PESO CRISOL	PESO SUELO SECO + CRISOL	PESO SUELO CALCINADO + CRISOL	(%) MATERIA ORGANICA
PT-POACH-2-3	3,00 - 3,50	7	63.5	95.50	93.2	7.19

REMARKS:

---

---

---

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN SUELOS. NORMA  
INVIAS E-130**



**REPORTE - PERM - 006**

**DATOS DEL PROYECTO:**

Proyecto: Fondo de adaptación  
Localización: Barranquilla - Atlántico  
Solicita: SUELOS INGENIERÍA S.A.S.  
Fecha: 11 Junio 2015

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Descripción visual del suelo: Arcilla con rastros de limo, gris con vetas marrones.      Peso del suelo seco = 259.7 grs  
Muestra No: POACH - 2      Peso compactado húmedo= 261.3 grs  
Profundidad: 4,70 - 5,40 mts

Tipo de carga: Cabeza Variable

Diámetro de la muestra (cm) =	6.30	Area tubería (cm2) =	0.384
Area de la muestra (cm2) =	31.17	factor de corrección nt/n20 =	0.8318
Altura de la muestra (cm) =	4.00		
Volumen de la muestra (cm3) =	124.69		

PRUEBA No	Temperatura (°C)	Tiempo (seg)	Altura Inicial H1 (cm)	Altura final H2 (cm)
6	28	0	53.50	53.50
	28	89280	53.50	52.70
	28	107640	53.50	52.67
	28	117720	53.50	52.50
Promedio	28	226350.0	53.50	52.84

**Kt=** 2.69E-09 cm/seg  
**K20=** 2.24E-09 cm/seg

MARISOL MORALES

ELIANA ROJAS

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION  
DE LA MOJANA  
FECHA: 22/05/2015

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRA	PESO (g)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	PESO UNITARIO (g/cm³)
PT-POACH-1	6,20 - 6,90	13	972.6	7.0	15.0	1.68

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
INGENIERO LABORATORIO

  
DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION  
DE LA MOJANA  
FECHA: 22/05/2015

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRA	PESO (g)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	PESO UNITARIO (g/cm³)
PT-POACH-3	5,90 - 6,60	11	567.0	7.2	7.6	1.83

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Henry Portillo Diaz*

INGENIERO LABORATORIO

*[Signature]*

DIRECTOR TECNICO

**PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO  
ASTM D 7263-09**

CODIGO: LAB-R-56

Versión: 01

Fecha: Abril 14 de 2015

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA  
FECHA: 05/06/2015

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
LOCALIZACION: ACHI

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRA	PESO MUESTRA HUMEDA (g)	PESO MUESTRA HUMEDA + PARAFINA (g)	δ PARAFINA (g/cm³)	Δ VOLUMEN (cm³)	δ PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO (g/cm³)
PT-POACH- 1	0,50 - 1,00	2	17.68	24.6	0.9	17.50	1.80
PT-POACH - 1	5,20 - 5,70	11	19.4	27.0	0.9	20.00	1.68

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

INGENIERO LABORATORIO

DIRECTOR TECNICO

**PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO  
ASTM D 7263-09**

CODIGO: LAB-R-56

Versión: 01

Fecha: Abril 14 de 2015

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION  
DE LA MOJANA

LOCALIZACION: ACHI

FECHA: 05/06/2015

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRA	PESO MUESTRA HUMEDA (g)	PESO MUESTRA HUMEDA + PARAFINA (g)	δ PARAFINA (g/cm³)	Δ VOLUMEN (cm³)	δ PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO (g/cm³)
PT-POACH- 2	0,50 - 1,00	2	20.97	29.8	0.9	22.50	1.65
PT-POACH - 2	5,40 - 5,90	11	16.00	23.4	0.9	17.50	1.72

OBSERVACIONES

---



---



---

*Handwritten signature*

INGENIERO LABORATORIO

*Handwritten signature*

DIRECTOR TECNICO

**PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO  
ASTM D 7263-09**

CODIGO: LAB-R-56

Versión: 01

Fecha: Abril 14 de 2015

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA  
FECHA: 05/06/2015

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
LOCALIZACION: ACHI

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRA	PESO MUESTRA HUMEDA (g)	PESO MUESTRA HUMEDA + PARAFINA (g)	δ PARAFINA (g/cm³)	Δ VOLUMEN (cm³)	δ PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO (g/cm³)
PT-POACH- 3	0,50 - 1,00	2	21.9	24.9	0.9	15.00	1.88
PT-POACH - 3	5,40 - 5,90	10	19.72	22.8	0.9	15.00	1.70

OBSERVACIONES

---



---



---

INGENIERO LABORATORIO

DIRECTOR TECNICO



**PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO  
ASTM D 7263-09**

CODIGO: LAB-R-56

Versión: 01

Fecha: Abril 14 de 2015

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA  
FECHA: 05/06/2015

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
LOCALIZACION: ACHI

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	N° DE MUESTRA	PESO MUESTRA HUMEDA (g)	PESO MUESTRA HUMEDA + PARAFINA (g)	δ PARAFINA (g/cm³)	Δ VOLUMEN (cm³)	δ PESO UNITARIO POR DESPLAZAMIENTO (g/cm³)
PT-POACH- 2-3	0,50 - 1,00	2	22.02	25.8	0.9	17.50	1.66
PT-POACH - 2-3	5,50 - 6,00	12	24.05	27.1	0.9	17.50	1.70

OBSERVACIONES

---



---



---

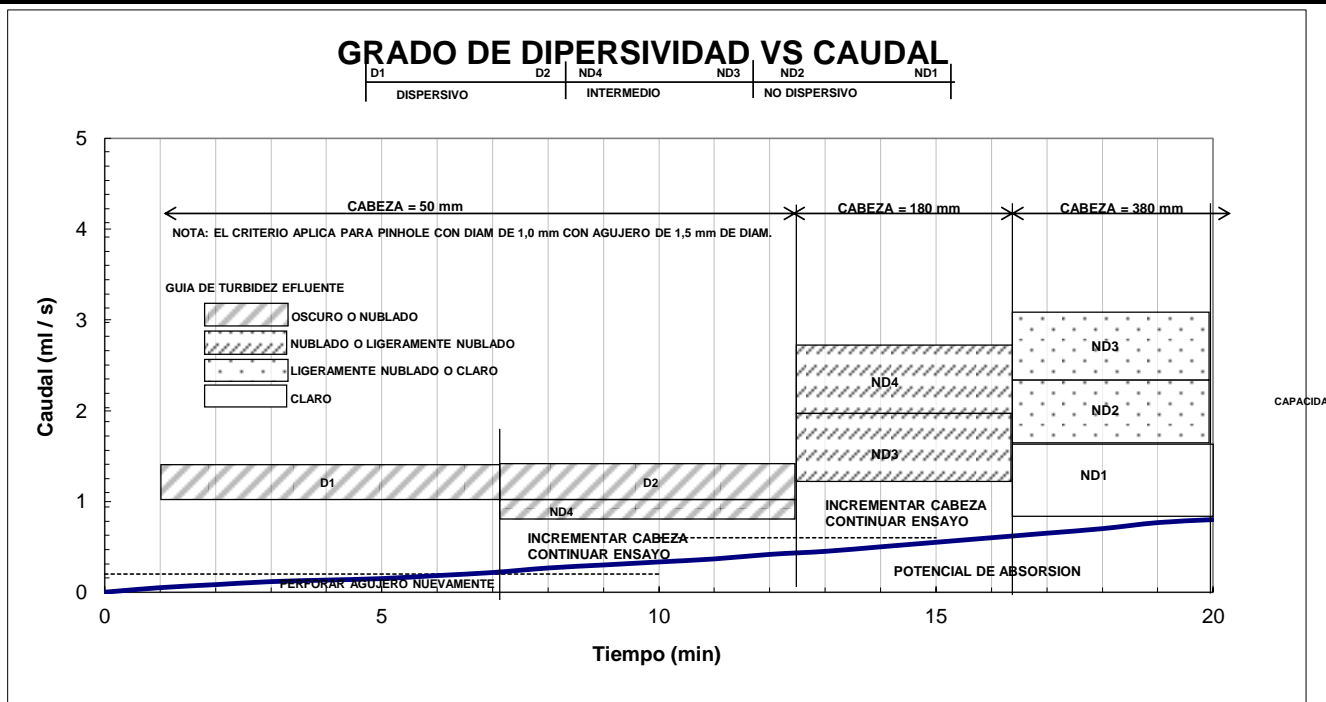
INGENIERO LABORATORIO

DIRECTOR TECNICO

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA PROYECTO: LOCALIZACION: PROTECCION ORILLA ACHI FECHA: 21-may-15	ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15 SONDEO: PT-POACH-2 PROFUNDIDAD: 1,50 - 2,00 CLASIFICACIÓN: -
---	--

TIEMPO	CABEZA CONSTANTE (mm)	CAUDAL			GRADO DE TURBIDEZ				OBSERVACIONES
		ml	s	ml/s	O	T	LT	C	
	50								
1		3	60	0.05				X	
2		5	60	0.08				X	
3		7	60	0.12				X	
4		8	60	0.13				X	
5		9	60	0.15				X	
6		11	60	0.18				X	
7		13	60	0.22				X	
8		16	60	0.27				X	
9		18	60	0.30				X	
10		20	60	0.33				X	
	180								
11		22	60	0.37				X	
12		25	60	0.42				X	
13		27	60	0.45				X	
14		30	60	0.50				X	
15		33	60	0.55				X	
	360								
16		36	60	0.60				X	
17		39	60	0.65				X	
18		42	60	0.70				X	
19		46	60	0.77				X	
20		48	60	0.80				X	

O : OSCURO      T : TURBIO      LT : LEVEMENTE TURBIO      C : CLARO



<p>GRADO DE DISPERSIVIDAD DE LA MUESTRA:          ND1 : NO DISPERSIVO          GRADO DE TURBIDEZ: CLARO</p>	<p>INGENIERO DE LABORATORIO</p> <p>VºBº DIRECTOR TECNICO</p>
---	--

<b>SI SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> <small>Estudios, diseños y construcciones en geotécnica</small>	<b>COMPRESION INCONFINADA</b> <b>ASTM D 2166-91 / NTC 1527 / I.N.V.E. - 152</b>	CÓDIGO: LAB-R-12
		VERSION: 6
		FECHA: ABRIL 02 DE 2014

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN  
 PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
 REGION DE LA MOJANA  
 PROYECTO: PROTECCIÓN ORILLA ACHÉ  
 LOCALIZACIÓN: 09/06/2015  
 FECHA:

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15  
 SONDEO: PT-POACH-2  
 PROFUNDIDAD: 4,70 - 5,40  
 MUESTRA: 10

DIMENSIONES DE LA MUESTRA: DIAMETRO (D): 7.00 cm  
 ALTURA (H): 14.10 cm  
 AREA (Aa): 38.48 cm²  
 VOLUMEN (V): 542.63 cm³  
 DENSIDAD HUMEDA: 1.82 g/cm³  
 DENSIDAD SECA: 1.27 g/cm³

A= Peso (Recipiente + Suelo Humedo)	g	1047.1
B= Peso (Recipiente + Suelo Seco)	g	747.3
C= Peso (Recipiente)	g	57.0
D= Peso (Suelo Seco) = B - C	g	690.3
E= Peso (Agua) = A - B	g	299.8
F= Humedad = E / D	%	0.43

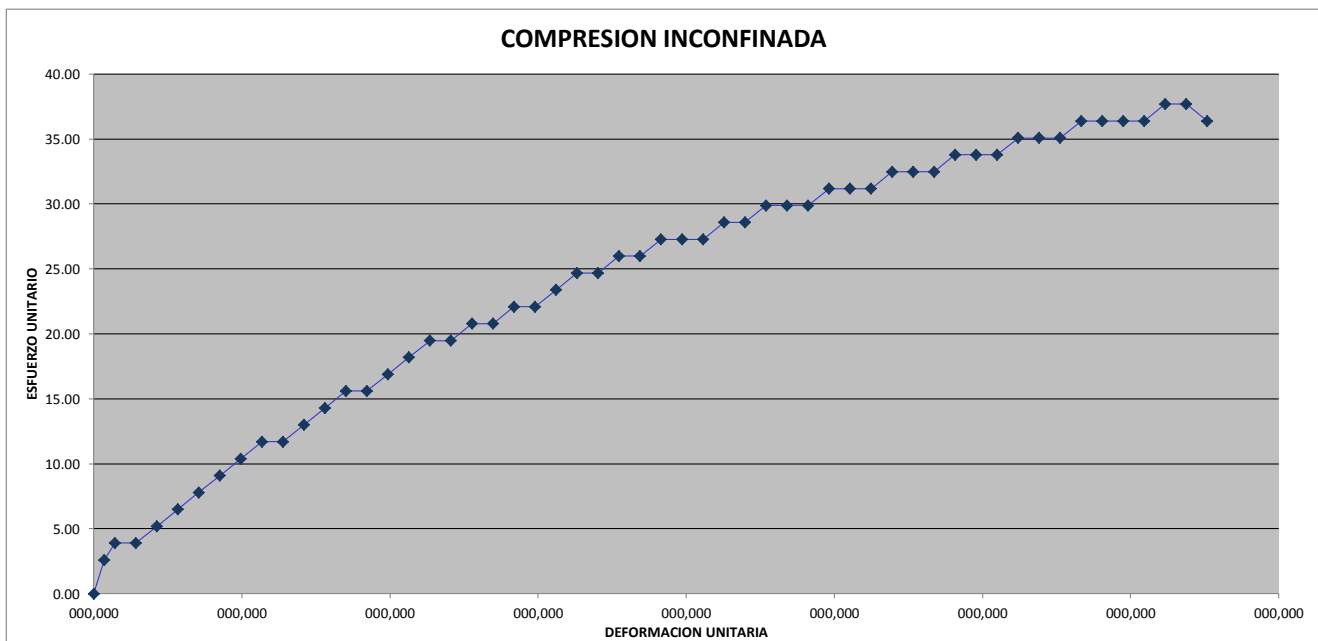
Fuerza en KN	Lectura del deformímetro (mm)	Deformación Unitaria (mm)	1-e	Area corregida (cm²)	Esfuerzo (kPa)
0.00	0.00	0.00000	1.000	38.48	0.00
0.01	0.10	0.00071	0.999	38.51	2.60
0.02	0.20	0.00142	0.999	38.54	3.90
0.02	0.40	0.00284	0.997	38.59	3.90
0.02	0.60	0.00426	0.996	38.65	5.20
0.03	0.80	0.00567	0.994	38.70	6.50
0.03	1.00	0.00709	0.993	38.76	7.80
0.04	1.20	0.00851	0.991	38.81	9.09
0.04	1.40	0.00993	0.990	38.87	10.39
0.05	1.60	0.01135	0.989	38.93	11.69
0.05	1.80	0.01277	0.987	38.98	11.69
0.05	2.00	0.01418	0.986	39.04	12.99
0.06	2.20	0.01560	0.984	39.09	14.29
0.06	2.40	0.01702	0.983	39.15	15.59
0.06	2.60	0.01844	0.982	39.21	15.59
0.07	2.80	0.01986	0.980	39.26	16.89
0.07	3.00	0.02128	0.979	39.32	18.19
0.08	3.20	0.02270	0.977	39.38	19.49
0.08	3.40	0.02411	0.976	39.44	19.49
0.08	3.60	0.02553	0.974	39.49	20.79
0.08	3.80	0.02695	0.973	39.55	20.79
0.09	4.00	0.02837	0.972	39.61	22.09
0.09	4.20	0.02979	0.970	39.67	22.09
0.09	4.40	0.03121	0.969	39.72	23.39
0.10	4.60	0.03262	0.967	39.78	24.69
0.10	4.80	0.03404	0.966	39.84	24.69
0.10	5.00	0.03546	0.965	39.90	25.98
0.10	5.20	0.03688	0.963	39.96	25.98
0.11	5.40	0.03830	0.962	40.02	27.28
0.11	5.60	0.03972	0.960	40.08	27.28
0.11	5.80	0.04113	0.959	40.14	27.28
0.11	6.00	0.04255	0.957	40.19	28.58
0.11	6.20	0.04397	0.956	40.25	28.58
0.12	6.40	0.04539	0.955	40.31	29.88
0.12	6.60	0.04681	0.953	40.37	29.88
0.12	6.80	0.04823	0.952	40.43	29.88
0.12	7.00	0.04965	0.950	40.49	31.18
0.12	7.20	0.05106	0.949	40.56	31.18
0.12	7.40	0.05248	0.948	40.62	31.18
0.13	7.60	0.05390	0.946	40.68	32.48
0.13	7.80	0.05532	0.945	40.74	32.48
0.13	8.00	0.05674	0.943	40.80	32.48
0.13	8.20	0.05816	0.942	40.86	33.78
0.13	8.40	0.05957	0.940	40.92	33.78
0.13	8.60	0.06099	0.939	40.98	33.78
0.14	8.80	0.06241	0.938	41.05	35.08
0.14	9.00	0.06383	0.936	41.11	35.08
0.14	9.20	0.06525	0.935	41.17	35.08
0.14	9.40	0.06667	0.933	41.23	36.38
0.14	9.60	0.06809	0.932	41.30	36.38
0.14	9.80	0.06950	0.930	41.36	36.38
0.14	10.00	0.07092	0.929	41.42	36.38
0.15	10.20	0.07234	0.928	41.49	37.68
0.15	10.40	0.07376	0.926	41.55	37.68
0.14	10.60	0.07518	0.925	41.61	36.38

INGENIERO DE LABORATORIO

VºBº DIRECTOR TECNICO


 <b>SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	<b>COMPRESION INCONFINADA</b> ASTM D 2166-91 / NTC 1527 / I.N.V.E. - 152	CÓDIGO: LAB-R-12
		VERSIÓN: 6
		FECHA: ABRIL 02 DE 2014

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN	ORDEN DE TRABAJO:	202-001-15
PROYECTO:	EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA	SONDEO:	PT-POACH-2
LOCALIZACIÓN:	PROTECCION ORILLA ACHI	PROFUNDIDAD:	4,70 - 5,40
FECHA:	09/06/2015	MUESTRA:	10



RESISTENCIA A LA COMP. INCONFINADA  $q_u$  = 37.68 kPa      COHESIÓN = 18.84 kPa

CONSISTENCIA DEL SUELO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
	kg/cm <sup>2</sup>	kPa
MUY BLANDA	< 0,25	< 25
BLANDA	0,25 - 0,50	25 - 50
MEDIANA	0,50 - 1,00	50 - 100
FIRME	1,00 - 2,00	100 - 200
MUY FIRME	2,00 - 4,00	200 - 400
DURA	> 4,00	> 400


 <b>SUELOS INGENIERIA S.A.S.</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	<b>COMPRESION INCONFINADA</b> ASTM D 2166-91 / NTC 1527 / I.N.V.E. - 152	CÓDIGO: LAB-R-12
		VERSIÓN: 6
		FECHA: ABRIL 02 DE 2014

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN	ORDEN DE TRABAJO:	202-001-15
PROYECTO:	OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA	SONDEO:	PT-POACH-3
LOCALIZACIÓN:	PROTECCION ORILLA ACHI	PROFUNDIDAD:	5,90 - 6,60
FECHA:	09/06/2015	MUESTRA:	11

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:	DIAMETRO (D):	7.00	cm	ALTURA (Hi):	14.00	cm
	AREA (Ao):	38.48	cm²	VOLUMEN (Vi):	538.78	cm³
	DENSIDAD HUMEDA:	1.64	g/cm³	DENSIDAD SECA:	0.97	g/cm³

A= Peso (Recipiente + Suelo Humedo) :	g	931.3
B= Peso (Recipiente + Suelo Seco) :	g	573.3
C= Peso (Recipiente) :	g	48.0
D= Peso (Suelo Seco)= B - C	g	525.3
E= Peso (Agua) : A - B	g	358.0
F= Humedad = E / D	%	0.68

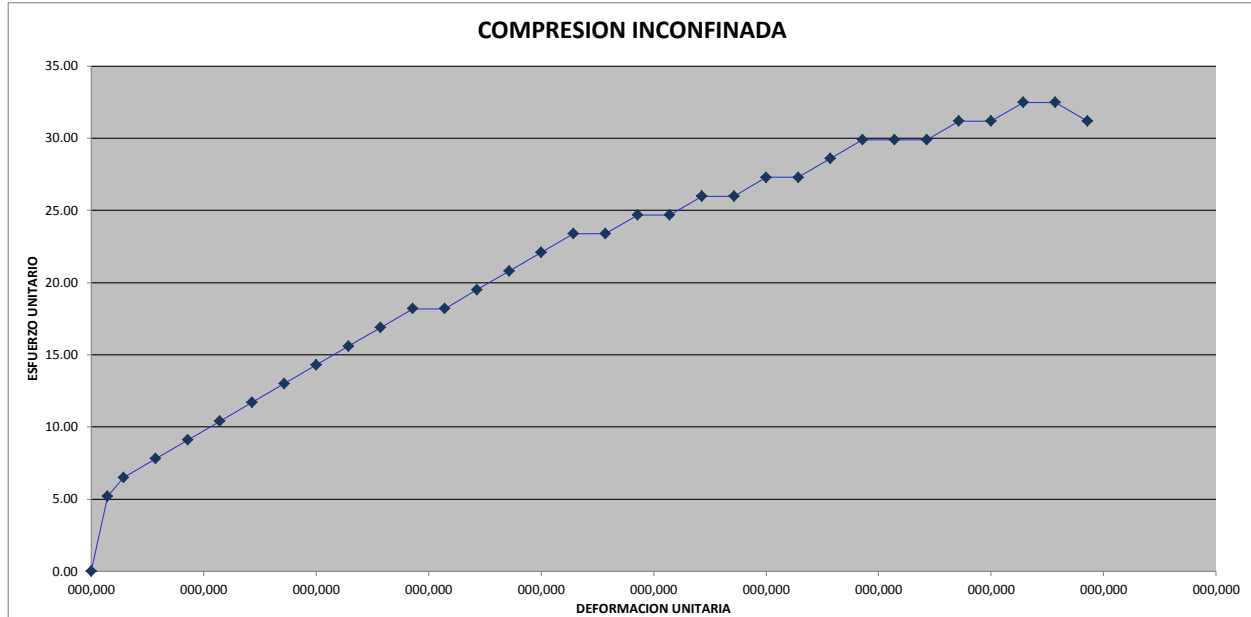
Fuerza en KN	Lectura del deformimetro (mm)	Deformacion Unitaria (mm)	1-e	Area corregida (cm²)	Esfuerzo (kPa)
0.00	0.00	0.00000	1.000	38.48	0.00
0.02	0.10	0.00071	0.999	38.51	5.20
0.03	0.20	0.00143	0.999	38.54	6.50
0.03	0.40	0.00286	0.997	38.59	7.80
0.04	0.60	0.00429	0.996	38.65	9.09
0.04	0.80	0.00571	0.994	38.71	10.39
0.05	1.00	0.00714	0.993	38.76	11.69
0.05	1.20	0.00857	0.991	38.82	12.99
0.06	1.40	0.01000	0.990	38.87	14.29
0.06	1.60	0.01143	0.989	38.93	15.59
0.07	1.80	0.01286	0.987	38.99	16.89
0.07	2.00	0.01429	0.986	39.04	18.19
0.07	2.20	0.01571	0.984	39.10	18.19
0.08	2.40	0.01714	0.983	39.16	19.49
0.08	2.60	0.01857	0.981	39.21	20.79
0.09	2.80	0.02000	0.980	39.27	22.09
0.09	3.00	0.02143	0.979	39.33	23.39
0.09	3.20	0.02286	0.977	39.38	23.39
0.10	3.40	0.02429	0.976	39.44	24.69
0.10	3.60	0.02571	0.974	39.50	24.69
0.10	3.80	0.02714	0.973	39.56	25.98
0.10	4.00	0.02857	0.971	39.62	25.98
0.11	4.20	0.03000	0.970	39.67	27.28
0.11	4.40	0.03143	0.969	39.73	27.28
0.11	4.60	0.03286	0.967	39.79	28.58
0.12	4.80	0.03429	0.966	39.85	29.88
0.12	5.00	0.03571	0.964	39.91	29.88
0.12	5.20	0.03714	0.963	39.97	29.88
0.12	5.40	0.03857	0.961	40.03	31.18
0.12	5.60	0.04000	0.960	40.09	31.18
0.13	5.80	0.04143	0.959	40.15	32.48
0.13	6.00	0.04286	0.957	40.21	32.48
0.12	6.20	0.04429	0.956	40.27	31.18

  
 INGENIERO DE LABORATORIO

  
 VºBº DIRECTOR TECNICO

<b>SI SUELOS INGENIERIA S.A.S</b> Estudios, diseños y construcciones en geotecnia	<b>COMPRESION INCONFINADA</b> ASTM D 2166-91 / NTC 1527 / I.N.V.E. - 152	CÓDIGO: LAB-R-12
		VERSIÓN: 6
		FECHA: ABRIL 02 DE 2014

CLIENTE:	FONDO DE ADAPTACIÓN	ORDEN DE TRABAJO:	202-001-15
PROYECTO:	EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN REGION DE LA MOJANA	SONDEO:	PT-POACH-3
LOCALIZACIÓN:	PROTECCION ORILLA ACHI	PROFUNDIDAD:	5,90 - 6,60
FECHA:	09/06/2015	MUESTRA:	11



RESISTENCIA A LA COMP. INCONFINADA  $q_u$  = 32.48 kPa      COHESIÓN = 16.24 kPa

CONSISTENCIA DEL SUELO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
	kg/cm <sup>2</sup>	kPa
MUY BLANDA	< 0,25	< 25
BLANDA	0,25 - 0,50	25 - 50
MEDIANA	0,50 - 1,00	50 - 100
FIRME	1,00 - 2,00	100 - 200
MUY FIRME	2,00 - 4,00	200 - 400
DURA	> 4,00	> 400

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACIÓN: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: may-15

MUESTRA: PT-POACH-2 (3,00 - 3,70)

**FORMULARIO 1: INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y ETAPA DE CONSOLIDACIÓN**

Información de la muestra:

Diámetro (D):	6.041 cm
Área inicial ( $A_0$ ):	28.66 cm <sup>2</sup>
Altura inicial ( $H_0$ ):	2.60 cm
Volumen ( $V_0$ ):	74.52 cm <sup>3</sup>

	W hum	W seco	Hum.	$\gamma$ hum (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma$ seca (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma$ norm	Peso aplicado	$\sigma$ real
Muestra 1	134.5 g	102.6 g	31.1%	1.80	1.38	50 kPa	1.60 kg	50.24 kPa
Muestra 2	144.2 g	110.2 g	30.9%	1.94	1.48	100 kPa	3.20 kg	100.48 kPa
Muestra 3	142.4 g	111.0 g	28.3%	1.91	1.49	150 kPa	4.80 kg	150.72 kPa

**FORMULARIO 2: RESULTADOS**

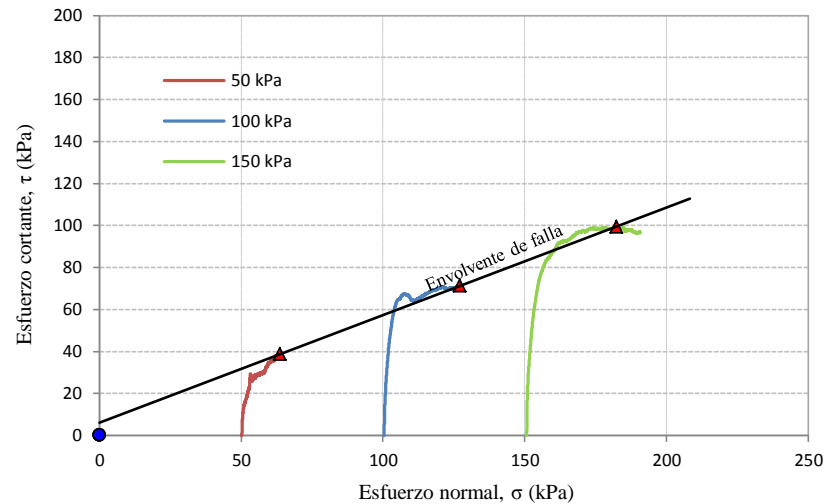
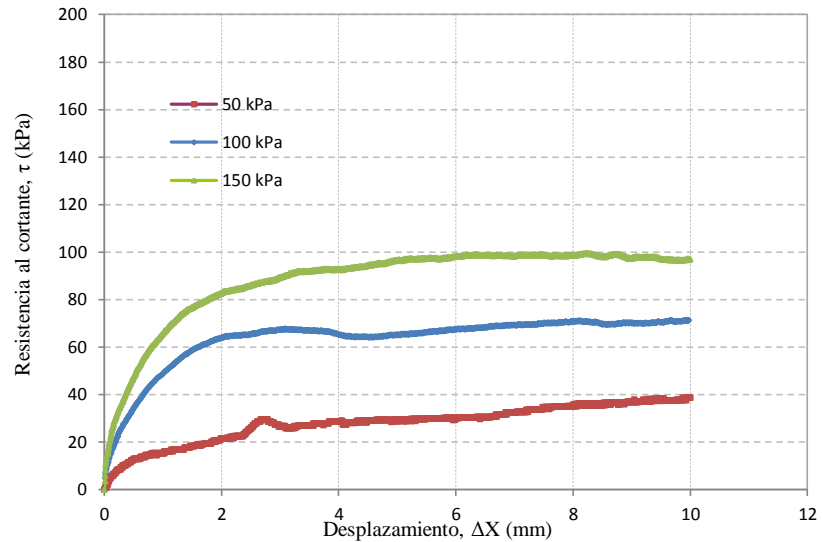
Pesos unitarios	
$\gamma$ hum. (g/cm <sup>3</sup> )	1.88
Humedad (%)	30.1%
$\gamma$ seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.44

Resistencia Pico	
$\sigma$ Norm. (kPa)	$\tau$ (kPa)
63.60	38.72
127.10	71.32
182.30	99.42

Parám. de resistencia pico	
$\phi$ pico (°)	27
C pico (kPa)	6.2

Resistencia Residual	
$\sigma$ Norm. (kPa)	$\tau$ (kPa)

Parám. de resistencia residual	
$\phi$ residual (°)	
C residual (kPa)	



OBSERVACIONES GENERALES:

Director Tecnico

Ingeniero de Laboratorio

CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACIÓN: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: may-15

MUESTRA: PT-POACH-2 (6,40 - 7,10)

**FORMULARIO 1: INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y ETAPA DE CONSOLIDACIÓN**

**Información de la muestra:**

Diámetro (D):	6.041 cm
Área inicial ( $A_0$ ):	28.66 cm <sup>2</sup>
Altura inicial ( $H_0$ ):	2.60 cm
Volumen ( $V_0$ ):	74.52 cm <sup>3</sup>

	W hum	W seco	Hum.	$\gamma$ hum (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma$ seca (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma$ norm	Peso aplicado	$\sigma$ real
Muestra 1	139.9 g	95.6 g	46.3%	1.88	1.28	125 kPa	4.00 kg	125.60 kPa
Muestra 2	140.2 g	97.0 g	44.5%	1.88	1.30	175 kPa	5.60 kg	175.84 kPa
Muestra 3	139.5 g	94.3 g	47.9%	1.87	1.27	250 kPa	7.95 kg	249.63 kPa

**FORMULARIO 2: RESULTADOS**

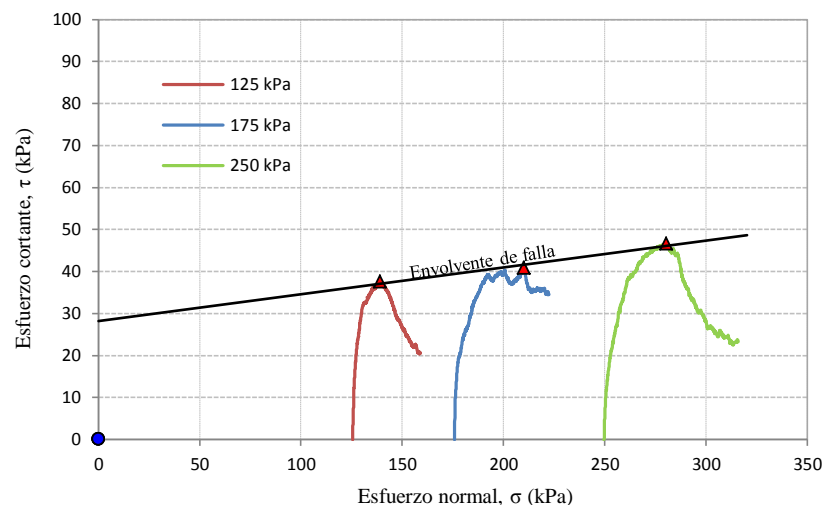
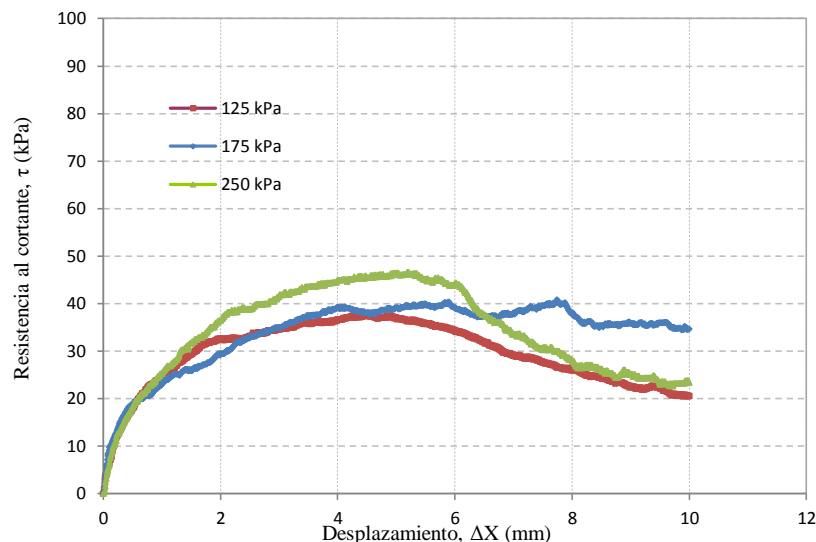
Pesos unitarios	
$\gamma$ hum. (g/cm <sup>3</sup> )	1.87
Humedad (%)	46.3%
$\gamma$ seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.28

Resistencia Pico	
$\sigma$ Norm. (kPa)	$\tau$ (kPa)
139.00	37.55
210.00	40.79
280.40	46.59

Parám. de resistencia pico	
$\phi$ pico (°)	4
C pico (kPa)	28.2

Resistencia Residual	
$\sigma$ Norm. (kPa)	$\tau$ (kPa)

Parám. de resistencia residual	
$\phi$ residual (°)	
C residual (kPa)	



OBSERVACIONES GENERALES:

Director Tecnico

Ingeniero de Laboratorio



CLIENTE: FONDO DE ADAPTACIÓN

ORDEN DE TRABAJO: 202-001-15

PROYECTO: EVALUACION GEOTECNICA PARA OBRAS DE PROTECCIÓN  
REGION DE LA MOJANA

LOCALIZACIÓN: PROTECCION ORILLA ACHI

FECHA: may-15

MUESTRA: PT-POACH-3 (3,00 - 3,70)

**FORMULARIO 1: INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y ETAPA DE CONSOLIDACIÓN**

**Información de la muestra:**

Diámetro (D):	6.041 cm
Área inicial (A <sub>0</sub> ):	28.66 cm <sup>2</sup>
Altura inicial (H <sub>0</sub> ):	2.60 cm
Volumen (V <sub>0</sub> ):	74.52 cm <sup>3</sup>

	W hum	W seco	Hum.	γ hum (g/cm <sup>3</sup> )	γ seca (g/cm <sup>3</sup> )	σ norm	Peso aplicado	σ real
Muestra 1	124.4 g	85.0 g	46.4%	1.67	1.14	50 kPa	1.60 kg	50.24 kPa
Muestra 2	123.4 g	85.6 g	44.2%	1.66	1.15	100 kPa	3.20 kg	100.48 kPa
Muestra 3	126.5 g	86.8 g	45.7%	1.70	1.16	150 kPa	4.80 kg	150.72 kPa

**FORMULARIO 2: RESULTADOS**

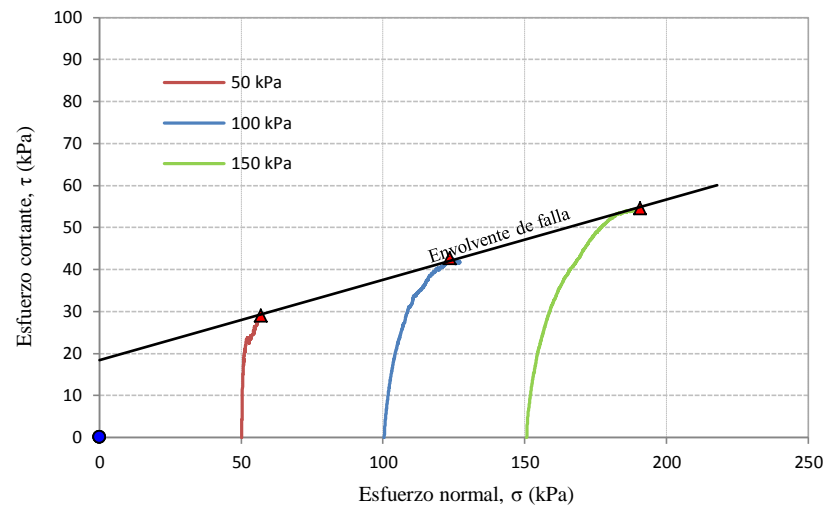
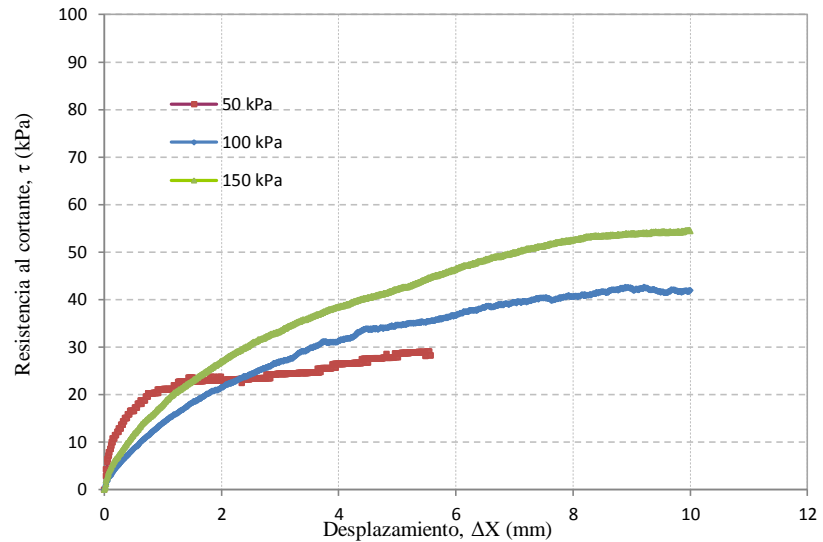
Pesos unitarios	
γ hum. (g/cm <sup>3</sup> )	1.67
Humedad (%)	45.4%
γ seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.15

Resistencia Pico	
σ Norm. (kPa)	τ (kPa)
56.90	29.00
123.50	42.65
190.70	54.55

Parám. de resistencia pico	
φ pico (°)	11
C pico (kPa)	18.5

Resistencia Residual	
σ Norm. (kPa)	τ (kPa)

Parám. de resistencia residual	
φ residual (°)	
C residual (kPa)	



OBSERVACIONES GENERALES:

Director Tecnico

Ingeniero de Laboratorio

# REGISTROS DE PERFORACIÓN

## SPT

REGISTRO DE PERFORACION

PERFORACIÓN No. PT-POACH-2

FECHA DE INICIO: ABRIL 6-2015

N.A.F :

EQUIPO.:

ANGULO:

FECHA DE FINALIZACION: ABRIL6-2015

5.0m

SIMCO III

90°

PESO DEL MARTILLO TOMA MUESTRA: 140 lb.

CAIDA: 76 cm

CAMISA DE MARTILLO W:

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS		RQD	DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA	Nº. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION									
-0.5	6	7	7	1	0.0	0.5		95%		ARENA de grano fino con presencia de limo, de color marrón claro, consistencia blanda, humedad baja.		SS					
-1.0	4	5	6	2	0.5	1.0		30%		ARENA de grano fino con presencia de limo, de color marrón, densidad suelta, humedad baja.		SS					
-1.5	7	8	8	3	1.0	1.5		45%		ARCILLA con presencia de arena, de color marrón claro, con vetas grises, consistencia media, humedad baja.		SS					
-2.0	8	10	13	4	1.5	2.0		40%		ARENA con presencia de arcilla, de color marrón, cdensidad suelta, humedad baja.		SS					
-2.5	13	12	12	5	2.0	2.5		25%		ARCILLA con presencia de arena, de color marrón claro, con vetas grises, consistencia media, humedad baja.		SS					
-3.0	7	8	9	6	2.5	3.0		50%		ARCILLA con presencia de arena, de color marrón claro, con vetas grises, consistencia media, humedad baja.		SS					
-3.7	SHELBY			7	3.0	3.7		30%		LIMO con presencia de arena de color marrón, consistencia media, humedad baja.		ST					
-4.2	2	2	1	8	3.7	4.2		45%		LIMO con presencia de arena de color marrón, consistencia media, humedad baja.		SS					
-4.7	1	1	2	9	4.2	4.7		40%		LIMO con presencia de arena de color marrón, consistencia media, humedad baja.		SS					
-5.4	SHELBY			10	4.7	5.4		50%		LIMO con presencia de arcilla de color marrón con vetas grises, humedad media, consistencia blanda.		ST					

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA

ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS

SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO

DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ

NOTA:

S.S: CUCHARA PARTIDA



A.U: AUGER

H.Q NUCLEO PUNTA

S.T. TUBO SHELBY

H.W NUCLEO PUNTA

PERFORACION No. PT-POACH-2
----------------------------

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )	
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD									
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA												
-5.4	1	1	1	11	5.4	5.7		20%		ARCILLA limosa de color marrón con vetas grises, humedad media, consistencia blanda.		SS						
-5.7	2	1	2	12	5.7	6.4		40%		ARCILLA limosa de color marrón con vetas grises, humedad media, consistencia blanda.		SS						
-6.4	SHELBY			13	6.4	7.1				ARCILLA limosa de color marrón con vetas grises, humedad media, consistencia blanda.		ST						
-7.1	2	2	3	14	7.1	7.6		40%		ARCILLA limosa de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia organica		SS						
-7.6	3	2	1	15	7.6	8.1		20%		ARCILLA limosa de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia organica.		SS						
-8.1	2	2	2	16	8.1	8.6		25%		ARCILLA limosa de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia organica		SS						
-8.6	3	2	2	17	8.6	9.1		35%		ARCILLA limosa de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia organica.		SS						
-9.1	2	2	1	18	9.1	9.6		35%		LIMO de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia organica			SS					
-9.6	1	1	2	19	9.6	10.1		30%		LIMO de color gris, consistencia blanda, humedad alta, con trazas de arena y presencia de materia organica			SS					
-10.10										FIN DE LA PERFORACIÓN								
PERFORADOR :												SUPERVISOR:						
ASISTENTE:												DIGITALIZO: J.GUTIERREZ						
NOTA:																		
S.S: CUCHARA PARTIDA				A.U: AUGER				H.Q		NUCLEO PUNTA								
S.T. TUBO SHELBY								H.W		NUCLEO PUNTA								

REGISTRO DE PERFORACION

PERFORACIÓN No. PT-POACH-3

FECHA DE INICIO: ABRIL 7-2015

N.A.F :

EQUIPO.:

ANGULO:

FECHA DE FINALIZACION: ABRIL 7-2015

5.0m

SIMCO TRAILER

90°

PESO DEL MARTILLO TOMA MUESTRA: 140 lb.

CAIDA: 76 cm

CAMISA DE MARTILLO W:

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS		DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA	Nº. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPERACION								
-0.5	3	3	3	1	0.0	0.5		95%	LIMO arcilloso de color marrón, humedad baja, consistencia media, con presencia de mica.	SS						
-1.0	4	4	6	2	0.5	1.0		30%	LIMO arcilloso de color marrón, humedad baja, consistencia media, con presencia de mica.	SS						
-1.5	5	6	7	3	1.0	1.5		20%	ARCILLAS de color marrón, humedad baja, consistencia media con mica	SS						
-2.0	5	5	5	4	1.5	2.0		30%		SS						
-2.5	5	5	5	5	2.0	2.5		30%		SS						
-3.0	2	2	2	6	2.5	3.0		40%		SS						
-3.7	SHELBY			7	3.0	3.7		50%	ARCILLAS limosas con presencia de arcilla, de color marrón, humedad baja, consistencia media, con mica.	ST						
-4.2	2	1	1	8	3.7	4.2		30%	ARCILLAS limosas con presencia de arcilla, de color marrón, humedad baja, consistencia media, con mica.	SS						
-4.9	SHELBY				4.2	4.9		0%		ST						
-5.4	2	2	2	9	4.9	5.4		40%	ARCILLAS limosas, de color marrón, humedad baja, consistencia media, con mica.	SS						

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA

SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO

ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS

DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ

NOTA:

S.S: CUCHARA PARTIDA

A.U: AUGER

H.Q NUCLEO PUNTA

S.T. TUBO SHELBY

H.W NUCLEO PUNTA

PERFORACION No. PT-POACH-3
----------------------------

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )	
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD									
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA												
-5.4	3	2	2	10	5.4	5.9		40%		ARCILLAS limosas de color marrón con vetas grises, consistencia blanda a media, humedad baja a media	SS							
-5.9	SHELBY			11	5.9	6.6		100%		ARCILLAS limosas de color marrón con vetas grises, consistencia blanda a media, humedad baja a media								ST
-6.6	2	2	3	12	6.6	7.1		30%		ARCILLAS limosas de color gris, humedad baja, consistencia media, con presencia de materia organica.								SS
-7.1	3	3	2	13	7.1	7.6		20%		ARENAS densas de color marrón con presencia de limos	SS							
-7.6	SHELBY				7.6	8.3		0%			ST							
-8.3	3	2	2	14	8.3	8.6		40%			ARENAS densas de color marrón con presencia de limos.						SS	
-8.8	2	3	2	15	8.8	9.3		30%		LIMO de color gris con presencia de materia organica (turba), consistencia media, humedad baja.	SS							
-9.3	2	2	2	16	9.3	9.8		15%		ARENAS densas de color marrón con presencia de limos	SS							
-9.8										FIN DE LA PERFORACIÓN								

PERFORADOR :		SUPERVISOR:	
ASISTENTE:		DIGITALIZO: J.GUTIERREZ	

NOTA:			
S.S: CUCHARA PARTIDA	A.U: AUGER	H.Q	NUCLEO PUNTA
S.T. TUBO SHELBY		H.W	NUCLEO PUNTA

REGISTRO DE PERFORACION

PERFORACIÓN No. PT-POACH-4

FECHA DE INICIO: ABRIL 8-2015

N.A.F :

EQUIPO.:

ANGULO

FECHA DE FINALIZACION: ABRIL 8-2015

5.5m

SIMCO III

90°

PESO DEL MARTILLO TOMA MUESTRA: 140 lb.

CAIDA: 76 cm

CAMISA DE MARTILLO W:

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS		RQD	DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg/cm <sup>2</sup> )
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA	Nº Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPERACION									
-0.5	7	9	9	1	0.0	0.5		95%		ARENA arcillosa de color marrón , suelta, humedad baja.		SS					
-1.0	4	4	6	2	0.5	1.0		90%		ARCILLA arenosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-1.5	3	3	3	3	1.0	1.5		95%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-2.0	2	1	1	4	1.5	2.0		95%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-2.5	1	1	1	5	2.0	2.5		70%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-3.0	2	1	1	6	2.5	3.0		60%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-3.5	2	2	3	7	3.0	3.5		50%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-4.0	1	1	2	8	3.5	4.0		80%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-4.5	2	1	2	9	4.0	4.5		60%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					
-5.0	2	2	1	10	4.5	5.0		30%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula.		SS					

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA

ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS

SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO

DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ

NOTA:

S.S: CUCHARA PARTIDA

A.U: AUGER

H.Q NUCLEO PUNTA

S.T. TUBO SHELBY

H.W NUCLEO PUNTA

PERFORACION No. PT-POACH-4
----------------------------

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD								
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA											
-5.0	1	2	2	11	5.0	5.5		30%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad alta, dilatancia rapida		SS					
-5.5	2	2	2	12	5.5	6.0		40%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-6.0	32	28	30	13	6.0	6.5		60%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-6.5	15	14	8	14	6.5	7.0		40%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-7.0	10	14	8	15	7.0	7.5		45%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-7.5	3	3	2	16	7.5	8.0		25%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-8.0	10	11	14	17	8.0	8.5		15%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-8.5	14	11	11	18	8.5	9.0		50%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-9.0	7	9	9	19	9.0	9.5		30%		ARENA limosa de color gris con presencia de mica, cementacion debil, humedad media, dilatancia nula		SS					
-9.5																	

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA		SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO	
ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS		DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ	

NOTA:			
S.S: CUCHARA PARTIDA	A.U: AUGER	H.Q	NUCLEO PUNTA
S.T. TUBO SHELBY		H.W	NUCLEO PUNTA



PERFORACION No. PT-POACH-4

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA	Nº. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD								
-9.5	17	22	24	20	9.5	10.0		40%		LIMO arenoso de color marrón, consistencia media, humedad media.		SS					
-10.0										FIN DE LA PERFORACIÓN							
-11.0																	
-11.5																	
-12.0																	
-12.5																	
-13.0																	
-13.5																	
-14.0																	
-14.5																	
-15.0																	

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA	SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO
ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS	DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ
NOTA:	
S.S: CUCHARA PARTIDA	A.U: AUGER
S.T. TUBO SHELBY	H.Q NUCLEO PUNTA
	H.W NUCLEO PUNTA

REGISTRO DE PERFORACION

PERFORACIÓN No. PT-POACH 2 - 2

FECHA DE INICIO: ABRIL 9-2015

N.A.F :

EQUIPO: SIMCO III

ANGULO 90°

FECHA DE FINALIZACION: ABRIL 9-2015

5.0m

PESO DEL MARTILLO TOMA MUESTRA: 140 lb.

CAIDA: 76 cm

CAMISA DE MARTILLO W:

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS		RQD	DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA	Nº Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION								
-0.5	10	11	10	1	0.0	0.5		90%		ARCILLA LIMOSA de color marrón claro con raíces vegetales, humedad baja.		SS				
-1.0	2	2	3	2	0.5	1.0		70%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad media, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-1.5	1	1	2	3	1.0	1.5		30%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad baja, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-2.0	1	1	1	4	1.5	2.0		50%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad baja, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-2.5	1	1	1	5	2.0	2.5		50%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad baja, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-3.0	2	3	3	6	2.5	3.0		50%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad baja, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-3.5	3	1	2	7	3.0	3.5		50%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad baja, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-4.0	2	3	4	8	3.5	4.0		30%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad baja, cementacion debil, dilatancia nula.		SS				
-4.5	5	6	3	9	4.0	4.5		40%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad media, cementacion debil, dilatancia nula, con presencia de mica		SS				
-5.0	4	4	3	10	4.5	5.0		50%		ARENA limosa de grano fino, de color marrón, humedad media, cementacion debil, dilatancia nula, con presencia de mica		SS				

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA

ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS

SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO

DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ

NOTA:

S.S: CUCHARA PARTIDA

A.U: AUGER

H.Q NUCLEO PUNTA

S.T. TUBO SHELBY

H.W NUCLEO PUNTA

## PERFORACION No. PT-POACH 2 - 2

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD								
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA											
-5.0	3	3	4	11	5.0	5.5		30%		ARENA limosa de grano fino, de color gris oscuro, humedad media, cementacion debil, dilatancia nula, con presencia de mica		SS					
-5.5	2	3	2	12	5.5	6.0		50%		ARENA limosa de grano fino, de color gris oscuro, humedad media, cementacion debil, dilatancia nula, con presencia de materia orgánica		SS					
-6.0	2	2	1	13	6.0	6.5		30%		ARENA limosa de grano fino, de color gris oscuro, humedad media, cementacion debil, dilatancia nula, con presencia de materia orgánica		SS					
-6.5	3	2	1	14	6.5	7.0		40%		ARENA limosa de grano fino, de color gris , humedad media, cementacion debil, dilatancia nula		SS					
-7.0	3	4	4	15	7.0	7.5		40%		ARENA limosa de color gris con presencia de grava Humedad media		SS					
-7.5	2	3	4	16	7.5	8.0		30%				SS					
-8.0	2	2	4	17	8.0	8.5		30%				SS					
-8.5	4	4	3	18	8.5	9.0		50%		ARENA limosa de color gris oscuro, humedad media, suelta.		SS					
-9.0	3	4	3	19	9.0	9.5		45%				SS					
-9.5																	

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA		SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO	
ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS		DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ	

NOTA:  
S.S: CUCHARA PARTIDA  
S.T. TUBO SHELBY

A.U: AUGER

H.Q NUCLEO PUNTA  
H.W NUCLEO PUNTA

PERFORACION No. PT-POACH 2 - 2

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARCIÓN	RQD								
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA											
-9.5	1	2	1	20	9.5	10.0		35%		LIMO de color marrón, consistencia blanda, humedad media.		SS					
-10.0										FIN DE LA PERFORACIÓN							
-11.0																	
-11.5																	
-12.0																	
-12.5																	
-13.0																	
-13.5																	
-14.0																	
-14.5																	
-15.0																	

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA		SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO	
ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS		DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ	
NOTA:			
S.S: CUCHARA PARTIDA	A.U: AUGER	H.Q	NUCLEO PUNTA
S.T. TUBO SHELBY		H.W	NUCLEO PUNTA

REGISTRO DE PERFORACION

PERFORACIÓN No. PT-POACH 2 - 3

FECHA DE INICIO: ABRIL 17-2015

N.A.F :

EQUIPO.:

ANGULO

FECHA DE FINALIZACION: ABRIL 17-2015

5.0m

TRIPODE

90°

PESO DEL MARTILLO TOMA MUESTRA: 140 lb.

CAIDA: 76 cm

CAMISA DE MARTILLO W:

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS		RQD	DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg/cm <sup>2</sup> )
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA	Nº Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION								
-0.5	8	7	10	1	0.0	0.5		95%		LIMO de color marrón claro, consistencia media, humedad baja.		SS				
-1.0	18	12	12	2	0.5	1.0		60%		ARCILLA con presencia de arena, de color marrón claro, consistencia media, humedad baja.		SS				
-1.5	11	12	10	3	1.0	1.5		60%		ARCILLA de color marron consistencia blanda, humedad baja.		SS				
-2.0	8	9	11	4	1.5	2.0		60%		ARCILLA limosa de color marron consistencia blanda, humedad baja.		SS				
-2.5	15	16	26	5	2.0	2.5		70%		ARCILLA LIMOSA de color marron consistencia blanda, humedad baja.		SS				
-3.0	6	5	4	6	2.5	3.0		50%		LIMO de color marron consistencia blanda, humedad baja.		SS				
-3.5	7	8	7	7	3.0	3.5		50%		LIMO de color marron consistencia blanda, humedad baja.		SS				
-4.0	7	7	7	8	3.5	4.0		50%		ARCILLA con limo de color marrón, consistencia media, humedad media.		SS				
-4.5	6	5	3	9	4.0	4.5		60%		ARCILLA con limo de color marrón, consistencia media, humedad media, con presencia de materia organica		SS				
-5.0	3	4	3	10	4.5	5.0				ARCILLA con limo de color marrón, consistencia media, humedad media, con presencia de materia organica.		SS				

PERFORADOR : SERGIO ANGULO

SUPERVISOR: MARLY MANJARREZ

ASISTENTE: DALDO TORREGROSA - LUIS JIMENEZ

DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ

NOTA:

S.S: CUCHARA PARTIDA

A.U: AUGER

H.Q NUCLEO PUNTA

S.T. TUBO SHELBY

H.W NUCLEO PUNTA



PERFORACION No. PT-POACH 2 - 3
--------------------------------

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA N°	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SÍMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg./cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg./cm <sup>2</sup> )
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD								
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA											
-5.0	3	3	4	11	5.0	5.5		50%		ARCILLA con limo de color marrón, consistencia media, humedad media, con presencia de materia organica		SS					
-5.5	3	2	3	12	5.5	6.0		50%		LIMO de color marrón, humedad media, consistencia blanda, con presencia de mica.		SS					
-6.0	3	3	4	13	6.0	6.5		50%		LIMO de color marrón, humedad media, consistencia blanda, con presencia de mica.		SS					
-6.5	3	5	4	14	6.5	7.0		20%		LIMO de color marrón con vetas grises, humedad media, consistencia blanda, con rastros de mica		SS					
-7.0	5	5	5	15	7.0	7.5		30%		LIMO de color marrón claro, humedad alta, consistencia blanda		SS					
-7.5	4	4	4	16	7.5	8.0		40%		LIMO de colo marrón con vetas grises, humedad alta, consistencia suave.		SS					
-8.0	5	4	4	17	8.0	8.5		40%		LIMO de color gris con rastros de mica, humedad media, consistencia blanda.		SS					
-8.5	3	3	4	18	8.5	9.0		40%				SS					
-9.0	5	4	4	19	9.0	9.5		40%		ARCILLA limosa de color negro, con presencia de materia organica, humedad media, consistencia blanda		SS					
-9.5																	

PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA		SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO	
ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS		DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ	

NOTA:			
S.S: CUCHARA PARTIDA	A.U: AUGER	H.Q	NUCLEO PUNTA
S.T. TUBO SHELBY		H.W	NUCLEO PUNTA

PERFORACION No. PT-POACH 2 - 3

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR			MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD		NUCLEOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO O ROCA	SIMBOLO	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE CAMISA	GOLPES/PIES	SOBRE CAMISA	PRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORTANTE(Kg/cm <sup>2</sup> )
							No. Y TAMAÑO DE PIEZAS	% DE RECUPARACION	RQD								
	N1	N2	N3		DESDE	HASTA											
-9.5	3	3	3	20	9.50	9.75		50%		ARCILLA limosa de color negro con materia organica,humedad media, consistencia suave.		SS					
-10.0					9.75	10.0		50%		LIMO de color marrón, humedad alta, consistencia suave.							
										FIN DE LA PERFORACIÓN							
-11.0																	
-11.5																	
-12.0																	
-12.5																	
-13.0																	
-13.5																	
-14.0																	
-14.5																	
-15.0																	
PERFORADOR : RODRIGO ACUÑA										SUPERVISOR: DOUGLAS ARAUJO							
ASISTENTE: JAIDER CAMARGO - ANTONIO BARRIOS										DIGITALIZO: JULIANA GUTIERREZ							
NOTA:																	
S.S: CUCHARA PARTIDA				A.U: AUGER				H.Q NUCLEO PUNTA									
S.T. TUBO SHELBY								H.W NUCLEO PUNTA									

## REGISTROS FOTOGRAFICOS DE LAS MUESTRAS



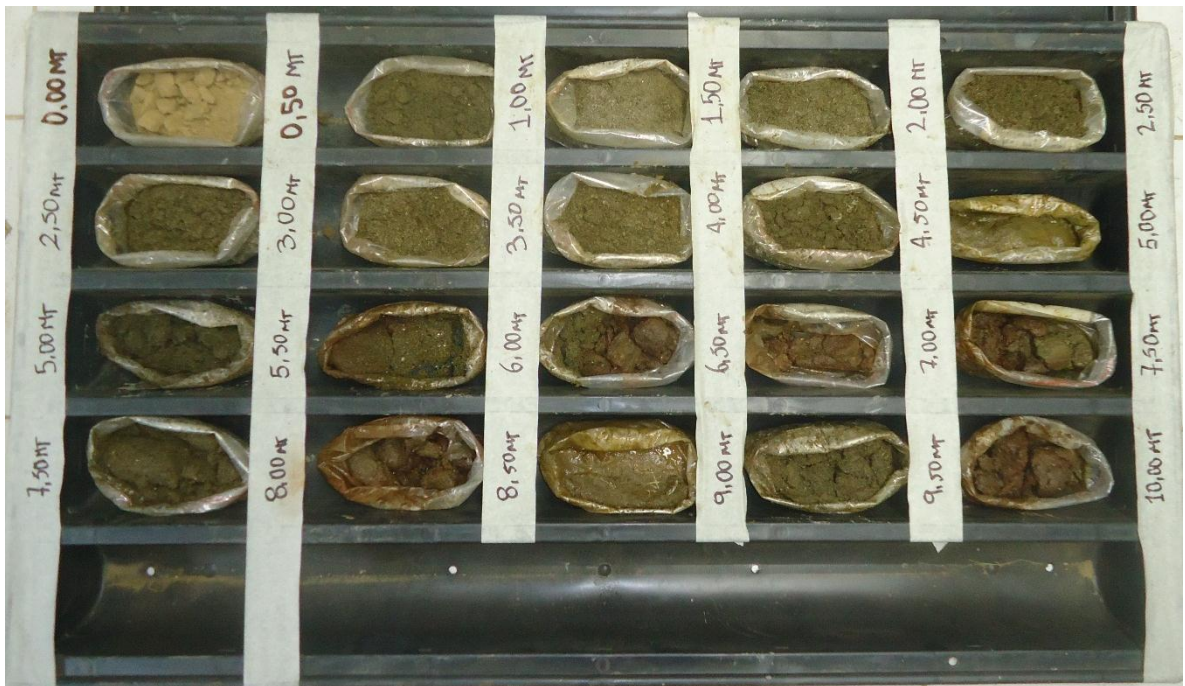
## PT-POACH-2



## PT-POACH-3

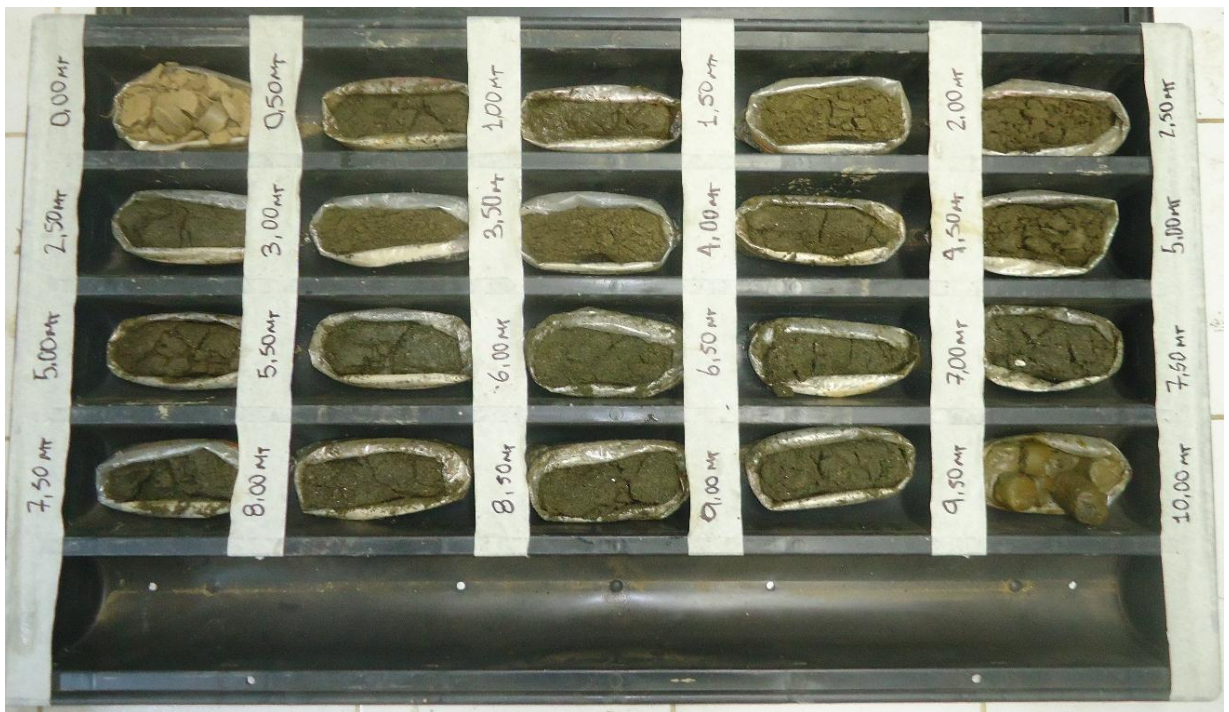


## PT-POACH-4





## PT-POACH2-2



## PT-POACH2-3



## **ANEXO G.**

### **CORRECCION SPT**

### Datos de la perforación

#### Condiciones de la perforación

<b>Nivel freático (NF)</b>			<b>Equipo utilizado:</b>		<b>Metodología del sondeo:</b>	
Encontrado en el sondeo	Si		Nombre del equipo:	Trípode	Longitud de cada ensayo (m)	0.15
Profundidad del NF (m):	5.0		Tipo de martillo:	Dona	Muestreo lineal:	Si
			Eficiencia:	45%	Diámetro del sondeo (mm)	80

### Corrección por procedimiento del sondeo

<b>Factor de diámetro (<math>C_d</math>):</b>	1.00	<b>Factor por muestreo (<math>C_s</math>):</b>	1.00
---	------	--	------

### Corrección del SPT

Datos Iniciales				ASTM D6066 - 11							SPT Procedimiento de muestreo				
Prof. inicio muestreo	NSPT (CAMPO)	g(kN/m)	%Pasa 200	Prof. del ensayo	$N_{60}$	s (kPa)	u (kPa)	s' (kPa)	n	$C_n$	$(N_{60})_1$	Factor de L barra ( $C_L$ ):	$N_{60}$	$(N_{60})_1$	SPT corregido**
0.00	17	17.0	90	0.30	10	5.1	0.0	5.1	1.00	1.60	15	0.75	7	11	7
0.50	24	17.0	90	0.80	14	13.6	0.0	13.6	1.00	1.60	22	0.75	10	16	10
1.00	22	17.0	90	1.30	12	22.1	0.0	22.1	1.00	1.60	20	0.75	9	15	9
1.50	20	17.0	90	1.80	11	30.6	0.0	30.6	1.00	1.60	18	0.75	8	14	8
2.00	42	17.0	90	2.30	24	39.1	0.0	39.1	1.00	1.60	38	0.75	18	28	18
2.50	9	17.0	80	2.80	5	47.6	0.0	47.6	1.00	1.60	8	0.75	4	6	4
3.00	15	17.0	80	3.30	11	56.1	0.0	56.1	1.00	1.60	18	0.75	8	14	8
3.50	14	17.0	80	3.80	11	64.6	0.0	64.6	1.00	1.55	16	0.75	8	12	8
4.00	8	17.0	80	4.30	6	73.1	0.0	73.1	1.00	1.37	8	0.85	5	7	5
4.50	7	17.0	80	4.80	5	81.6	0.0	81.6	1.00	1.23	6	0.85	4	5	4
5.00	7	17.0	80	5.30	5	90.1	2.9	87.2	1.00	1.15	6	0.85	4	5	4
5.50	5	17.0	80	5.80	4	98.6	7.8	90.8	1.00	1.10	4	0.85	3	4	3
6.00	7	17.0	80	6.30	5	107.1	12.8	94.3	1.00	1.06	6	0.95	5	5	5
6.50	9	17.0	80	6.80	7	115.6	17.7	97.9	1.00	1.02	7	0.95	6	7	6
7.00	10	17.0	80	7.30	8	124.1	22.6	101.5	1.00	0.98	7	0.95	7	7	7
7.50	8	17.0	80	7.80	6	132.6	27.5	105.1	1.00	0.95	6	0.95	6	5	6
8.00	8	17.0	80	8.30	6	141.1	32.4	108.7	1.00	0.92	6	0.95	6	5	6
8.50	7	17.0	80	8.80	5	149.6	37.3	112.3	1.00	0.89	5	0.95	5	4	5
9.00	8	17.0	80	9.30	6	158.1	42.2	115.9	1.00	0.86	5	0.95	6	5	6
9.50	6	17.0	80	9.80	5	166.6	47.1	119.5	1.00	0.84	4	0.95	4	4	4

\*ND= No Disponible

\*\* Se escoge N60 si es fino (N60)1 si es granular

## Datos de la perforación

### Condiciones de la perforación

<b>Nivel freático (NF)</b>			<b>Equipo utilizado:</b>		<b>Metodología del sondeo:</b>	
Encontrado en el sondeo	Si		Nombre del equipo:	SIMCO III	Longitud de cada ensayo (m)	0.15
Profundidad del NF (m):	5.0		Tipo de martillo:	Automático	Muestreo lineal:	Si
			Eficiencia:	75%	Díámetro del sondeo (mm)	80

## Corrección por procedimiento del sondeo

<b>Factor de diámetro (<math>C_d</math>):</b>	1.00	<b>Factor por muestreo (<math>C_s</math>):</b>	1.00
---	------	--	------

## Corrección del SPT

Datos Iniciales				ASTM D6066 - 11										SPT Procedimiento de muestreo				
Prof. inicio muestreo	NSPT (CAMPO)	g (kN/m)	%Pasa 200	Prof. del ensayo	N <sub>60</sub>	s (kPa)	u (kPa)	s' (kPa)	n	C <sub>n</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	Factor de L. barra (C <sub>s</sub> ):	N <sub>60</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	SPT corregido**			
0.00	21	17.0	90	0.30	20	5.1	0.0	5.1	1.00	1.60	32	0.75	15	24	15			
0.50	5	16.7	13	0.80	5	13.5	0.0	13.5	0.50	1.60	8	0.75	4	6	6			
1.00	3	16.7	13	1.30	3	21.9	0.0	21.9	0.50	1.60	5	0.75	2	3	3			
1.50	2	16.7	13	1.80	2	30.2	0.0	30.2	0.50	1.60	3	0.75	1	2	2			
2.00	2	16.7	13	2.30	2	38.6	0.0	38.6	0.50	1.60	3	0.75	1	2	2			
2.50	6	16.7	13	2.80	6	46.9	0.0	46.9	0.50	1.46	8	0.75	4	6	6			
3.00	3	16.7	13	3.30	4	55.3	0.0	55.3	0.50	1.35	5	0.75	3	4	4			
3.50	7	16.7	13	3.80	9	63.6	0.0	63.6	0.50	1.25	11	0.75	7	8	8			
4.00	9	16.7	13	4.30	11	72.0	0.0	72.0	0.50	1.18	13	0.85	10	11	11			
4.50	7	16.7	13	4.80	9	80.3	0.0	80.3	0.50	1.12	10	0.85	7	8	8			
5.00	7	16.7	13	5.30	9	88.7	2.9	85.7	0.50	1.08	9	0.85	7	8	8			
5.50	5	16.7	13	5.80	6	97.0	7.8	89.2	0.50	1.06	7	0.85	5	6	6			
6.00	3	16.7	13	6.30	4	105.4	12.8	92.6	0.50	1.04	4	0.95	4	4	4			
6.50	3	16.7	13	6.80	4	113.7	17.7	96.1	0.50	1.02	4	0.95	4	4	4			
7.00	8	16.7	13	7.30	10	122.1	22.6	99.5	0.50	1.00	10	0.95	10	10	10			
7.50	7	16.7	13	7.80	9	130.4	27.5	102.9	0.50	0.99	9	0.95	8	8	8			
8.00	6	16.7	13	8.30	8	138.8	32.4	106.4	0.50	0.97	7	0.95	7	7	7			
8.50	7	16.7	13	8.80	9	147.1	37.3	109.8	0.50	0.95	8	0.95	8	8	8			
9.00	7	17.0	13	9.30	9	155.6	42.2	113.4	0.50	0.94	8	0.95	8	8	8			
9.50	3	17.0	90	9.80	4	164.1	47.1	117.0	1.00	0.85	3	0.95	4	3	4			

\*ND= No Disponible

\*\* Se escoge N60 si es fino (N60)1 si es granular



## Datos de la perforación

### Condiciones de la perforación

<b>Nivel freático (NF)</b>			<b>Equipo utilizado:</b>		<b>Metodología del sondeo:</b>	
Encontrado en el sondeo	Si		Nombre del equipo:	SIMCO III	Longitud de cada ensayo (m)	0.15
Profundidad del NF (m):	5.5		Tipo de martillo:	Automático	Muestreo lineal:	Si
			Eficiencia:	75%	Díámetro del sondeo (mm)	80

## Corrección por procedimiento del sondeo

<b>Factor de diámetro (<math>C_d</math>):</b>	1.00	<b>Factor por muestreo (<math>C_s</math>):</b>	1.00
---	------	--	------

## Corrección del SPT

Datos Iniciales					ASTM D6066 - 11							SPT Procedimiento de muestreo				
Prof. inicio muestreo	NSPT (CAMPO)	g (kN/m)	%Pasa 200	Prof. del ensayo	N <sub>60</sub>	s (kPa)	u (kPa)	s' (kPa)	n	C <sub>n</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	Factor de L. barra (C <sub>s</sub> ):	N <sub>60</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	SPT corregido**	
0.00	18	17.0	38	0.30	17	5.1	0.0	5.1	0.70	1.60	27	0.75	13	20	20	
0.50	10	16.7	15	0.80	9	13.5	0.0	13.5	0.50	1.60	15	0.75	7	11	11	
1.00	6	16.7	15	1.30	6	21.9	0.0	21.9	0.50	1.60	9	0.75	4	7	7	
1.50	2	16.7	15	1.80	2	30.2	0.0	30.2	0.50	1.60	3	0.75	1	2	2	
2.00	2	16.7	15	2.30	2	38.6	0.0	38.6	0.50	1.60	3	0.75	1	2	2	
2.50	2	16.7	15	2.80	2	46.9	0.0	46.9	0.50	1.46	3	0.75	1	2	2	
3.00	5	16.7	15	3.30	6	55.3	0.0	55.3	0.50	1.35	8	0.75	5	6	6	
3.50	3	16.7	15	3.80	4	63.6	0.0	63.6	0.50	1.25	5	0.75	3	4	4	
4.00	3	16.7	15	4.30	4	72.0	0.0	72.0	0.50	1.18	4	0.85	3	4	4	
4.50	3	16.7	15	4.80	4	80.3	0.0	80.3	0.50	1.12	4	0.85	3	4	4	
5.00	4	16.7	15	5.30	5	88.7	0.0	88.7	0.50	1.06	5	0.85	4	5	5	
5.50	4	16.7	15	5.80	5	97.0	2.9	94.1	0.50	1.03	5	0.85	4	4	4	
6.00	58	17.2	9	6.30	73	105.5	7.8	97.7	0.50	1.01	73	0.95	69	70	70	
6.50	12	17.2	9	6.80	15	114.1	12.8	101.4	0.50	0.99	15	0.95	14	14	14	
7.00	22	17.2	9	7.30	28	122.7	17.7	105.1	0.50	0.98	27	0.95	26	25	25	
7.50	5	17.2	9	7.80	6	131.3	22.6	108.7	0.50	0.96	6	0.95	6	6	6	
8.00	25	17.2	9	8.30	31	139.9	27.5	112.4	0.50	0.94	29	0.95	30	28	28	
8.50	22	17.2	9	8.80	28	148.5	32.4	116.1	0.50	0.93	26	0.95	26	24	24	
9.00	18	17.2	9	9.30	23	157.1	37.3	119.8	0.50	0.91	21	0.95	21	20	20	
9.50	46	17.2	9	9.80	58	165.7	42.2	123.5	0.50	0.90	52	0.95	55	49	49	

\*ND= No Disponible

\*\* Se escoge  $N_{60}$  si es fino ( $N_{60/1}$ ) si es granular

### Datos de la perforación

#### Condiciones de la perforación

<b>Nivel freático (NF)</b>			<b>Equipo utilizado:</b>		<b>Metodología del sondeo:</b>	
Encontrado en el sondeo	Si		Nombre del equipo: SIMCO Trailer		Longitud de cada ensayo (m)	0.15
Profundidad del NF (m):	5.0		Tipo de martillo: Safty		Muestreo lineal:	Si
			Eficiencia: 60%		Diametro del sondeo (mm)	80

### Corrección por procedimiento del sondeo

<b>Factor de diametro (<math>C_d</math>):</b>	1.00	<b>Factor por muestreo (<math>C_s</math>):</b>	1.00
---	------	--	------

### Corrección del SPT

Datos Iniciales					ASTM D6066 - 11							SPT Procedimiento de muestreo				
Prof. inicio muestreo	NSPT (CAMPO)	g (kN/m)	%Pasa 200	Prof. del ensayo	N <sub>60</sub>	s (kPa)	u (kPa)	s' (kPa)	n	C <sub>n</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	Factor de L. barra (C <sub>s</sub> ):	N <sub>60</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	SPT corregido**	
0.00	18	17.0	38	0.30	14	5.1	0.0	5.1	0.70	1.60	22	0.75	10	16	16	
0.50	10	17.0	90	0.80	8	13.6	0.0	13.6	1.00	1.60	12	0.75	6	9	6	
1.00	6	17.0	90	1.30	5	22.1	0.0	22.1	1.00	1.60	7	0.75	3	5	3	
1.50	2	17.0	90	1.80	2	30.6	0.0	30.6	1.00	1.60	2	0.75	1	2	1	
2.00	2	17.0	90	2.30	2	39.1	0.0	39.1	1.00	1.60	2	0.75	1	2	1	
2.50	2	17.0	90	2.80	2	47.6	0.0	47.6	1.00	1.60	2	0.75	1	2	1	
3.00	5	17.0	90	3.30	5	56.1	0.0	56.1	1.00	1.60	8	0.75	4	6	4	
3.70	3	17.0	90	4.00	3	68.0	0.0	68.0	1.00	1.47	4	0.85	3	4	3	
4.20		17.0	90	4.50	ND	76.5	0.0	76.5	1.00	1.31	ND	0.85	ND	ND	ND	
4.90	3	17.0	90	5.20	3	88.4	2.0	86.4	1.00	1.16	3	0.85	3	3	3	
5.40	3	17.0	90	5.70	3	96.9	6.9	90.0	1.00	1.11	3	0.85	3	3	3	
5.90	4	17.0	90	6.20	4	105.4	11.8	93.6	1.00	1.07	4	0.95	4	4	4	
6.60	4	17.0	9	6.90	4	117.3	18.6	98.7	0.50	1.01	4	0.95	4	4	4	
7.10	58	17.2	9	7.40	58	125.9	23.5	102.3	0.50	0.99	57	0.95	55	54	54	
7.60		17.2	9	7.90	ND	134.5	28.4	106.0	0.50	0.97	ND	0.95	ND	ND	ND	
8.30	22	17.2	9	8.60	22	146.5	35.3	111.2	0.50	0.95	21	0.95	21	20	20	
8.80	5	17.0	90	9.10	5	155.0	40.2	114.8	1.00	0.87	4	0.95	5	4	5	
9.30	25	17.2	9	9.60	25	163.6	45.1	118.5	0.50	0.92	23	0.95	24	22	22	

\*ND= No Disponible

\*\* Se escoge N60 si es fino (N60)1 si es granular

## Datos de la perforación

### Condiciones de la perforación

<b>Nivel freático (NF)</b>			<b>Equipo utilizado:</b>		<b>Metodología del sondeo:</b>	
Encontrado en el sondeo	Si		Nombre del equipo:	SIMCO III	Longitud de cada ensayo (m)	0.15
Profundidad del NF (m):	5.0		Tipo de martillo:	Automatico	Muestreo lineal:	Si
			Eficiencia:	75%	Diametro del sondeo (mm)	100

## Corrección por procedimiento del sondeo

<b>Factor de diametro (<math>C_d</math>):</b>	1.00	<b>Factor por muestreo (<math>C_s</math>):</b>	1.00
---	------	--	------

## Corrección del SPT

Datos Iniciales				ASTM D6066 - 11							SPT Procedimiento de muestreo				
Prof. inicio muestreo	NSPT (CAMPO)	g (kN/m)	%Pasa 200	Prof. del ensayo	N <sub>60</sub>	s (kPa)	u (kPa)	s' (kPa)	n	C <sub>n</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	Factor de L. barra ( $C_s$ ):	N <sub>60</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	SPT corregido**
0.00	14	17.0	38	0.30	13	5.1	0.0	5.1	0.70	1.60	21	0.75	10	16	16
0.50	11	17.0	90	0.80	10	13.6	0.0	13.6	1.00	1.60	17	0.75	8	12	8
1.00	16	17.0	90	1.30	15	22.1	0.0	22.1	1.00	1.60	24	0.75	11	18	11
1.50	23	17.0	90	1.80	22	30.6	0.0	30.6	1.00	1.60	35	0.75	16	26	16
2.00	24	17.0	90	2.30	23	39.1	0.0	39.1	1.00	1.60	36	0.75	17	27	17
2.50	17	17.0	90	2.80	16	47.6	0.0	47.6	1.00	1.60	26	0.75	12	19	12
3.00		17.0	90	3.30	ND	56.1	0.0	56.1	1.00	1.60	ND	0.75	ND	ND	ND
3.70	3	17.0	90	4.00	4	68.0	0.0	68.0	1.00	1.47	6	0.85	3	5	3
4.20	3	17.0	90	4.50	4	76.5	0.0	76.5	1.00	1.31	5	0.85	3	4	3
4.70		17.0	90	5.00	ND	85.0	0.0	85.0	1.00	1.18	ND	0.85	ND	ND	ND
5.40	2	17.0	90	5.70	3	96.9	6.9	90.0	1.00	1.11	3	0.85	2	2	2
5.90	3	17.0	90	6.20	4	105.4	11.8	93.6	1.00	1.07	4	0.95	4	4	4
6.40		17.0	90	6.70	ND	113.9	16.7	97.2	1.00	1.03	ND	0.95	ND	ND	ND
7.10	5	17.0	90	7.40	6	125.8	23.5	102.3	1.00	0.98	6	0.95	6	6	6
7.60	3	17.0	90	7.90	4	134.3	28.4	105.9	1.00	0.94	4	0.95	4	3	4
8.10	4	17.0	90	8.40	5	142.8	33.4	109.4	1.00	0.91	5	0.95	5	4	5
8.60	4	17.0	90	8.90	5	151.3	38.3	113.0	1.00	0.88	4	0.95	5	4	5
9.10	3	17.0	90	9.40	4	159.8	43.2	116.6	1.00	0.86	3	0.95	4	3	4
9.60	3	17.0	90	9.90	4	168.3	48.1	120.2	1.00	0.83	3	0.95	4	3	4

\*ND= No Disponible

\*\* Se escoge N60 si es fino (N60)1 si es granular

### Datos de la perforación

#### Condiciones de la perforación

<b>Nivel freático (NF)</b>			<b>Equipo utilizado:</b>		<b>Metodología del sondeo:</b>	
Encontrado en el sondeo	Si		Nombre del equipo:	Trailer	Longitud de cada ensayo (m)	0.15
Profundidad del NF (m):	5.0		Tipo de martillo:	Dona	Muestreo lineal:	Si
			Eficiencia:	45%	Diametro del sondeo (mm)	100

### Corrección por procedimiento del sondeo

<b>Factor de diametro (<math>C_d</math>):</b>	1.00	<b>Factor por muestreo (<math>C_s</math>):</b>	1.00
---	------	--	------

### Corrección del SPT

Datos Iniciales				ASTM D6066 - 11							SPT Procedimiento de muestreo				
Prof. inicio muestreo	NSPT (CAMPO)	g (kN/m)	%Pasa 200	Prof. del ensayo	N <sub>60</sub>	s (kPa)	u (kPa)	s' (kPa)	n	C <sub>n</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	Factor de L. barra ( $C_s$ ):	N <sub>60</sub>	(N <sub>60</sub> ) <sub>1</sub>	SPT corregido**
0.00	8	17.0	38	0.30	5	5.1	0.0	5.1	0.70	1.60	7	0.75	3	5	5
0.50	17	17.0	38	0.80	10	13.6	0.0	13.6	0.70	1.60	15	0.75	7	11	11
1.00	10	17.0	38	1.30	6	22.1	0.0	22.1	0.70	1.60	9	0.75	4	7	7
1.50	7	17.0	38	1.80	4	30.6	0.0	30.6	0.70	1.60	6	0.75	3	5	5
2.00	11	17.0	38	2.30	6	39.1	0.0	39.1	0.70	1.60	10	0.75	5	7	7
2.50	11	17.0	38	2.80	6	47.6	0.0	47.6	0.70	1.60	10	0.75	5	7	7
3.00		17.0	38	3.30	ND	56.1	0.0	56.1	0.70	1.50	ND	0.75	ND	ND	ND
3.70	5	17.0	90	4.00	4	68.0	0.0	68.0	1.00	1.47	6	0.85	3	5	3
4.20	3	17.0	90	4.50	2	76.5	0.0	76.5	1.00	1.31	3	0.85	2	3	2
4.70		17.0	90	5.00	ND	85.0	0.0	85.0	1.00	1.18	ND	0.85	ND	ND	ND
5.40	5	17.0	90	5.70	4	96.9	6.9	90.0	1.00	1.11	4	0.85	3	4	3
5.90	4	17.0	90	6.20	3	105.4	11.8	93.6	1.00	1.07	3	0.95	3	3	3
6.40		17.0	90	6.70	ND	113.9	16.7	97.2	1.00	1.03	ND	0.95	ND	ND	ND
7.10	5	17.0	90	7.40	4	125.8	23.5	102.3	1.00	0.98	4	0.95	4	3	4
7.60		17.0	90	7.90	ND	134.3	28.4	105.9	1.00	0.94	ND	0.95	ND	ND	ND
8.10	18	17.0	90	8.40	14	142.8	33.4	109.4	1.00	0.91	12	0.95	13	12	13
8.60	17	17.0	90	8.90	13	151.3	38.3	113.0	1.00	0.88	11	0.95	12	11	12
9.10	14	17.0	90	9.40	11	159.8	43.2	116.6	1.00	0.86	9	0.95	10	9	10
9.60	15	17.0	90	9.90	11	168.3	48.1	120.2	1.00	0.83	9	0.95	11	9	11

\*ND= No Disponible

\*\* Se escoge N60 si es fino (N60)1 si es granular