

**ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III DEL CORREDOR VIAL  
AGUACLARA – GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER**

**WILLIAM ALEXANDER NORE ATUESTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**BUCARAMANGA**

**2009**

**ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III DEL CORREDOR VIAL  
AGUACLARA – GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER**

**WILLIAM ALEXANDER NORE ATUESTA**

**Trabajo de grado Modalidad Práctica Empresarial**

**Para optar título de:**

**Ingeniero Civil**

**Director:**

**EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZÓN**

**Ingeniero Civil, M. Sc., Ph D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**BUCARAMANGA**

**2009**

*Este trabajo se lo dedico a Dios, por haberme permitido alcanzar una meta y  
un sueño más.*

*A mis padres William Saúl Nore y Luz Elena Atuesta por todo su amor,  
confianza, apoyo y colaboración a lo largo de la carrera.*

*A mis hermanos Jhon y Sebastián quienes al igual que mis padres  
depositaron sus mejores deseos y confianza en mí.*

*y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron durante  
este proceso.*

**WILLIAM ALEXANDER NORE ATUESTA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos al Ingeniero Eduardo Alberto Castañeda Director de la práctica por su acompañamiento y dirección en el desarrollo de este trabajo de grado, al Ingeniero Wilfredo del Toro Especialista del estudio de Geotecnia, al Ingeniero Gustavo Chio Cho Especialista del estudio de Diseño de Estructuras, quienes con sus aportes permitieron que este trabajo se desarrollara de la mejor manera.

A los compañeros con quienes realice la práctica Empresarial, Johanna Cardona, Viviana Ortega, Luz María Pérez, Jesús Alberto Árizo, Carlos Hernández y Jaime de la Hoz con quienes consolidamos un excelente equipo de trabajo , a Tatiana Parra gran amiga el cual me ayudo en la edición del documento en la parte final.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>GENERALES</b> .....	<b>4</b>
<b>ESPECÍFICOS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	<b>5</b>
1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS QUE PRESTA LA UNIVERSIDAD .....	5
1.1.1 Políticas De Extensión.....	5
1.1.2 La Extensión y el vínculo de la Universidad con el Sector Productivo.....	6
1.1.3 La Extensión y el Vínculo de los Estudiantes a sus Programas y Proyectos.....	6
1.2. OBJETIVOS DE LA EXTENSIÓN.....	7
1.3. PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EXTENSIÓN .....	7
1.4. ASESORÍA Y CONSULTORÍA PROFESIONAL .....	8
1.5. PRÁCTICAS ACADÉMICAS.....	9
<b>2. EL PROYECTO</b> .....	<b>11</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	11
2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	14

<b>3.</b>	<b>ORGANIGRAMA DE TRABAJO.....</b>	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b>ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS .....</b>	<b>20</b>
4.1.	ESTUDIOS EN CAMPO .....	20
4.2.	ESTUDIOS EN EL LABORATORIO .....	25
4.3.	ANÁLISIS Y DISEÑOS .....	27
<b>5.</b>	<b>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN DESARROLLO DE LA PRÁCTICA .....</b>	<b>30</b>
<b>6.</b>	<b>PLAN DE CALIDAD .....</b>	<b>31</b>
6.1.	POLÍTICA DE CALIDAD .....	31
6.2.	COMUNICACIÓN INTERNA.....	32
6.3.	COMUNICACIÓN EXTERNA.....	32
6.4.	REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN .....	32
6.4.1	Control de documentos.....	32
6.4.2	Control de registros.....	32
6.4.3	Planificación de la realización de los diseños.....	32
6.5.	AUDITORIAS INTERNAS .....	33
<b>7.</b>	<b>APORTE.....</b>	<b>34</b>
7.1.	OBJETIVO .....	34
7.2.	ALCANCE .....	34
7.3.	CONCEPTUALIZACIÓN.....	34
7.4.	PROCEDIMIENTO.....	35

7.4.1 Trabajos de Campo .....	35
7.4.2 Trabajos de Laboratorio.....	36
7.4.3 Elaboración de los Perfiles Estratigráficos.....	37
7.4.4 Análisis de Socavación.....	37
7.4.5 Selección del Tipo de Cimentación.....	37
7.4.6 Análisis de Capacidad de Carga.....	37
7.4.7 Análisis de Asentamientos.....	41
<b>7.5. EJERCICIO.....</b>	<b>42</b>
7.5.1 Resultados de Campo .....	42
7.5.2 Resultados de Laboratorio.....	44
7.5.3 Perfil Estratigráfico.....	46
7.5.4 Análisis de Socavación.....	46
7.5.5 Selección del Tipo de Cimentación.....	46
7.5.6 Análisis de Capacidad de Carga.....	47
7.5.7 Análisis de Asentamientos.....	48
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 2.1 ELEMENTOS DE SECCIÓN TRANSVERSAL .....	13
TABLA 7.1 FORMATO DEL REGISTRO DE PERFORACIÓN .....	35
TABLA 7.2 FORMATO DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERGE .....	36
TABLA 7.3 FORMATO DEL REGISTRO DE PERFORACIÓN SONDEO N.6 .....	43
TABLA 7.4 RESULTADOS DE LABORATORIO DEL SONDEO N.6.....	44
TABLA 7.5 CAPACIDAD DE CARGA PARA SONDEO N.6 .....	47

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
FIGURA 2.1 CORREDOR INTER- OCEÁNICO TRIBUGÁ-LAGO DE MARACAIBO .....	12
FIGURA 2.2 UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	15
FIGURA 7.1 CAPACIDAD ÚLTIMA DE CARGA DE UN PILOTE .....	39
FIGURA 7.2 CÁLCULO DEL $\bar{N}$ CORR PARA LA PUNTA .....	40
FIGURA 7.3 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SONDEO N.6 .....	46

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A: INFORME ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA.....	53
ANEXO B: INFORME ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.....	159
ANEXO C: INFORME ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES .....	277
ANEXO D: INFORME ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA DISEÑO DE PUENTES.....	312

## RESUMEN

### **TITULO:**

ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III DEL CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER\*

### **AUTORES:**

NORE ATUESTA William Alexander\*\*

### **PALABRAS CLAVES:**

SERVICIOS DE EXTENSIÓN  
GEOLOGIA, FUNDACIONES DE PUENTES, ESTABILIDAD DE TALUDES  
DISEÑO DE PUENTES

### **DESCRIPCIÓN**

El presente documento está basado en la Práctica Empresarial desarrollada en los Estudios y Diseños a nivel Fase III, mediante un convenio entre la Universidad Industrial de Santander y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). El documento presenta las características de los servicios que la Universidad presta por medio de las Políticas de Extensión, siendo la Consultoría el servicio mediante el cual, la Universidad desarrolla los estudios; además se hace una descripción general del proyecto, junto con las diferentes actividades y políticas de calidad que se siguieron durante todo el proceso, esto con el fin de cumplir con los requerimientos establecidos.

Durante la práctica se desarrollaron varias funciones, entre las que se destacan el de Ingeniero Auxiliar en la parte de Geología, Fundaciones de Puentes, Estabilidad de Taludes, Diseño de Puentes y el seguimiento del proyecto. Como Auxiliar de ingeniería se debían hacer trabajos de campo y de oficina, los cuales estaban supervisados por el Especialista y el Director General del proyecto, cuyos resultados se presentan en los Anexos del documento.

El aporte se describe como una guía que servirá para próximos estudios, que plantea una metodología y junto con el informe final de los estudios de Suelos para Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención (Anexo B), permitirán desarrollar las actividades necesarias para cumplir con los requerimientos planteados al inicio del proyecto. La guía tendrá como fin facilitar el desarrollo de los estudios por parte del Auxiliar de Ingeniería al presentar los resultados de acuerdo a los parámetros establecidos en el archivo final.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZÓN.

## ABSTRACT

### **TITLE:**

STUDIES AND DESIGNS ON PHASE III LEVEL IN AGUACLARA - GUARUMITO ROAD CORRIDOR, DEPARTMENT OF NORTE DE SANTANDER\*

### **AUTHORS:**

NORE ATUESTA William Alexander \*\*

### **KEYWORDS:**

EXTENSION SERVICES  
GEOLOGY, FOUNDATIONS FOR BRIDGES, SLOPE STABILITY  
DESIGN OF BRIDGES

### **DESCRIPTION**

This document is based on the Business Practice developed in Studies and Designs of Phase III level, through an agreement between the Universidad Industrial de Santander and the National Roads Institute (INVIAS). The paper presents the characteristics of the services provided through the University Policy Outreach, with the Consulting service through which the University develops the studies, also provides an overview of the project, together with the different activities and quality policies that were followed throughout the process, this in order to comply with the requirements established.

During the practice were developed several functions, among which feature the Assistant Engineer in the part of Geology, Foundations for Bridges, Slope Stability, Design of Bridges and project monitoring. As Engineering Assistant is needed to do field work and office, which were supervised by the Specialist and the Director General of the project, whose results are presented in the Annexes to the document.

The contribution is described as a guide that will help future studies, which poses a methodology along with the final report of the Soil studies for Design of Bridge Foundations, artwork and other containment structure(Attachment B), will provide the necessary activities to meet with the requirements established at the beginning of the project. The guide will aim to facilitate the development of the study by the Engineering Assistant presenting the results according to the established.

---

\* Degree Thesis

\*\* Physical-Mechanical Engineering Faculty. Civil Engineering. Director: Ing. EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZÓN

## INTRODUCCIÓN

Una de las modalidades de trabajo de grado que exige la Universidad Industrial de Santander, para optar por el título de Ingeniero Civil, son los de las Prácticas Empresariales, que buscan la aplicación de los conocimientos para permitir un desarrollo de las habilidades profesionales y uno de sus objetivos es el desarrollar proyectos que contribuyan al mejoramiento de las condiciones del medio, mediante la vinculación de profesores y estudiantes. Por tal motivo y al ver que el Proyecto de la vía Aguaclara-Guarumito cumplía con estos requisitos, se solicitó la participación de Auxiliares de Ingeniería que contribuyeran con el cumplimiento de los estudios a nivel Fase III.

En la práctica empresarial desarrollada, el Auxiliar de Ingeniería participaba en los diferentes temas del proyecto, con la asesoría del Ingeniero Director y Los Especialistas; además de plasmar los resultados en informes mensuales.

El contenido de este documento se ha dividido en 8 capítulos, donde se presentará los servicios prestados por la Universidad en sus políticas de Extensión, el Organigrama del proyecto, las funciones realizadas por el Auxiliar de Ingeniería junto con un resumen del Plan de calidad y las conclusiones finales obtenidas en la Práctica.

## **OBJETIVOS**

### **GENERALES**

Realizar los estudios a nivel fase III de la vía comprendida entre Aguaclara y Guarumito, poblaciones ubicadas en el departamento de Norte de Santander.

### **ESPECÍFICOS.**

- Desarrollar como Ingeniero las capacidades obtenidas en la Universidad, en beneficio de la sociedad.
- Ejecutar los estudios con la supervisión del Especialista a cargo o el Ingeniero Director.
- Conocer los estudios, políticas de calidad y normativas que comprende el diseño de una vía a nivel de fase III.
- Aprovechar la oportunidad de trabajar con Especialistas para adquirir y fortalecer los conocimientos vistos.
- Generar un documento para profesionales y estudiantes que sirva de guía en el diseño de Fundaciones para Puentes.

## **1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA**

La Universidad Industrial de Santander, a través de la Escuela de Ingeniería Civil, fue seleccionada como consultor para realizar los estudios a nivel fase III de la vía entre Aguaclara y Guarumito en el departamento de Norte de Santander.

### **1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS QUE PRESTA LA UNIVERSIDAD**

A C U E R D O No. 006 DE 2005 (7 de febrero)

Por medio del cual se adoptan las Políticas y se definen los principios orientadores y los objetivos de la función de Extensión de la Universidad Industrial de Santander.

#### **1.1.1 Políticas De Extensión**

La Extensión, Función Sustantiva y Proyecto Académico de la Universidad.

En consideración de la misión institucional que reconoce nuestra participación activa en los procesos de cambio del entorno social, conducentes al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad, la Extensión propiciará una adecuada articulación con la Docencia y la Investigación, teniendo como referente fundamental los criterios de calidad y excelencia académica. En este sentido, las distintas unidades académicas y administrativas ofrecerán servicios y el desarrollo de programas y proyectos solo en aquellos campos en los que tengan fortalezas reconocidas.

En el desarrollo de estas actividades se podrán establecer alianzas estratégicas entre varias unidades académico administrativas, propiciando la interdisciplinariedad y la cultura de trabajo en equipo. En casos específicos, las alianzas se establecerán con instituciones externas, que propicien a partir de su experiencia un aprendizaje institucional.

### **1.1.2 La Extensión y el vínculo de la Universidad con el Sector Productivo**

Las relaciones que establece la Universidad con el sector productivo se corresponden con un modelo de desarrollo institucional que le ha permitido al Alma Máter, desde sus orígenes, mantener un diálogo fecundo con los distintos sectores económicos y sus representantes. Las relaciones de la Universidad con el sector productivo están orientadas a fortalecer la excelencia académica y a fomentar una cultura de la investigación en el seno de la comunidad universitaria, mediante la generación y adecuación de conocimientos, así como la apropiación, uso y transferencia de tecnología. La relación con el sector productivo no puede concebirse tan solo como una relación de estricta conveniencia económica, sino como una relación en la que éste aporta al modelo universitario el conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos alcanzados. La Universidad reconoce en el sector productivo un interlocutor válido que permite articular las actividades de Docencia e Investigación con las de Extensión a fin de lograr una verdadera comunicación universidad sociedad y un mayor impacto positivo en el medio.

### **1.1.3 La Extensión y el Vínculo de los Estudiantes a sus Programas y Proyectos**

Las unidades académico administrativas de la Universidad desarrollaran proyectos y programas de extensión que faciliten la apropiación del conocimiento y su aplicación en los distintos ámbitos de la vida social. Por medio de estos programas se incentivará en los estudiantes una actitud de compromiso y responsabilidad social y ética con la sociedad.

## **1.2. OBJETIVOS DE LA EXTENSIÓN.**

**a.** Establecer un diálogo permanente, confiable y estable en el tiempo con la comunidad, sus actores sociales, el sector productivo, las instituciones en el ámbito local, regional, nacional por medio de determinadas acciones que se derivan de los procesos de Docencia e Investigación con el fin de intercambiar experiencias y saberes que deriven en un aprendizaje institucional .

**b.** Promover la transferencia de conocimiento científico y tecnológico desde la Universidad hacia los sectores productivos y sociales y la generación de conocimiento a partir de las necesidades que surjan al interior de las empresas y organizaciones.

**c.** Fomentar una comunicación efectiva con la sociedad, conducente a ampliar el proceso de interacción e integración con sus actores sociales, atendiendo las demandas de la región y la nación con el propósito de que las distintas disciplinas nutran sus procesos de formación e investigación aportando a la construcción de capacidades individuales y sociales.

**d.** Propiciar una actitud proactiva, que posibilite el desarrollo de un modelo de universidad que le permita participar y cooperar con las instituciones gubernamentales en la elaboración y diseño de políticas públicas.

**e.** Establecer relaciones de intercambio con comunidades, organizaciones y gremios que permitan el desarrollo de un equilibrio entre población y recursos, respetando las formas de organización simbólica y productiva que en ellas se generan, sus identidades y valores culturales.

## **1.3. PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EXTENSIÓN**

La extensión en la Universidad Industrial de Santander se desarrolla mediante diversas modalidades o campos de realización, los cuales son ofrecidos por las

diferentes unidades académicas y administrativas de la institución. Estos programas, proyectos y actividades son:

#### **1.4. ASESORÍA Y CONSULTORÍA PROFESIONAL**

A través de estos servicios la Universidad se vincula y coopera con el sector social y empresarial, para la transferencia de conocimientos y la búsqueda de solución a sus problemas, con el propósito de contribuir a una mejor la calidad de vida de la comunidad. Estos servicios se ofrecen en las siguientes modalidades:

**a. Asesoría.** Consiste en la búsqueda global de soluciones, o en la emisión de conceptos, por parte de la Universidad, que apoyen el proceso de toma de decisiones sin que implique desarrollos operativos específicos. A través de este servicio se da una transferencia de tecnología, de conocimientos hacia la organización, a partir de los cuales se generan cambios significativos de cierta permanencia.

**b. Consultoría.** Son conceptos especializados que se emiten como respuesta a solicitudes formuladas sobre asuntos específicos, y que no implican una transferencia significativa de tecnología. Esta actividad busca que las soluciones propuestas sean las más adecuadas desde los puntos de vista técnico, económico y social.

**c. Asistencia Técnica.** Es la cooperación que la Universidad da a entidades, tanto del sector público como privado, para la solución de problemas puntuales, coyunturales.

Generalmente implica el uso de instrumentos, desarrollos operativos, montajes, o puesta en marcha de procesos.

**d. Interventoría.** Comprende la verificación de que el desarrollo o la ejecución de un proyecto se lleven a cabo de acuerdo con las especificaciones, planos, normas

y demás elementos estipulados o convenidos en el contrato. Tal vigilancia se adelanta en nombre de la entidad que dispone la ejecución del proyecto.

**e. Veeduría.** Es una forma de Interventoría que se efectúa con fines sociales, comúnmente para defender los intereses de la comunidad general en el desarrollo de proyectos de impacto público.

**SERVICIOS TECNOLÓGICOS.** Comprende los servicios de análisis, pruebas y ensayos de laboratorio, transferencia, innovación y desarrollo de procesos y productos, resultantes de las actividades de investigación y docencia, realizadas por las distintas unidades académicas y administrativas.

**SERVICIOS EDUCATIVOS:** Dentro de estos servicios se incluye tanto las prácticas académicas como la educación no formal.

### **1.5. PRÁCTICAS ACADÉMICAS**

Las prácticas son la materialización del compromiso de la Universidad con la sociedad, y buscan la aplicación de los conocimientos teóricos a situaciones socioeconómicas y culturales concretas, con el fin de lograr la validación de saberes, el desarrollo de habilidades profesionales y la atención directa de las necesidades del medio.

Las prácticas pretenden dos objetivos concretos:

**a. Académico.** Lograr una mayor cualificación de profesores y de estudiantes, obtener una adecuada interrelación entre los aspectos teóricos y prácticos de los distintos saberes, y permitir el enriquecimiento académico de los procesos curriculares.

**b. Social.** Desarrollar programas y proyectos que contribuyan al mejoramiento de las condiciones reales del medio social, mediante la vinculación de profesores y estudiantes a esta actividad.

Las Prácticas académicas podrán desarrollarse de diferentes formas: Asistenciales, comunitarias, de servicio, educativas, de diagnóstico y de intervención, en entidades del sector público y privado. En esta categoría se incluyen entre otras, la práctica empresarial y la modalidad de servicio social, planteadas como modalidad de trabajo de grado en el reglamento estudiantil de pregrado.

## **2. EL PROYECTO**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La interconexión vial Aguaclara - Guarumito es un proyecto estratégico para el intercambio entre las repúblicas de Colombia y Venezuela. Las características físicas de la vía corresponden a una carretera de altas especificaciones con capacidad suficiente para ofrecer altos niveles de servicio y entrará a formar parte de la red vial primaria de Colombia.

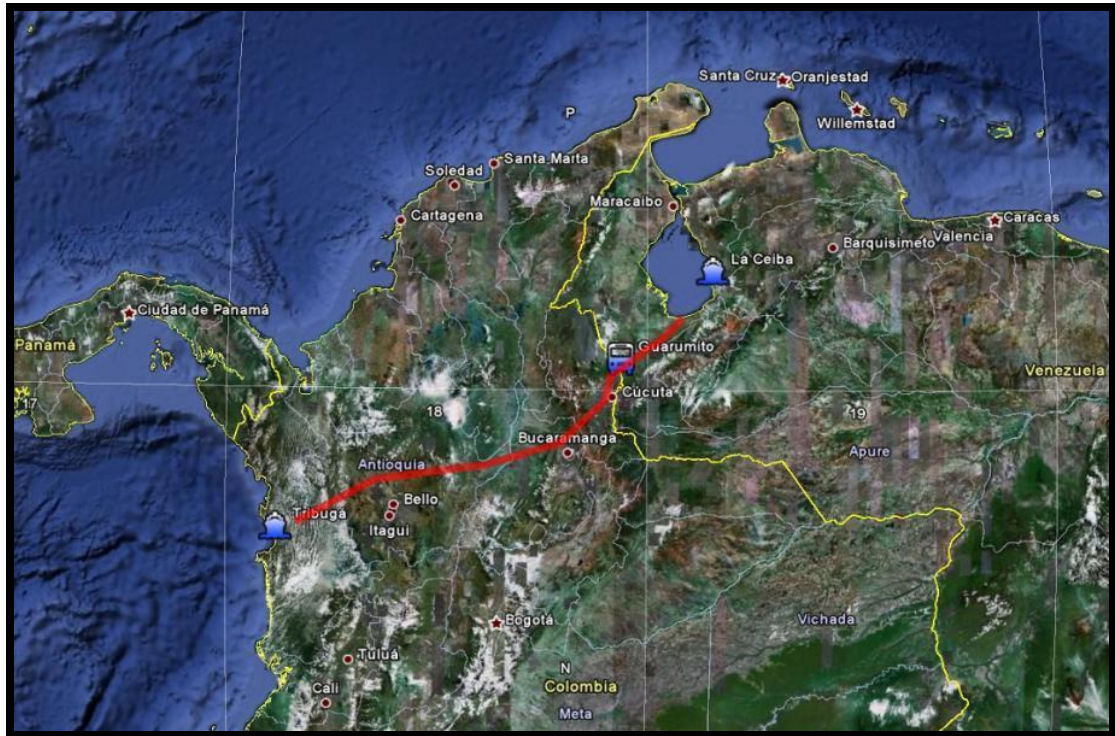
El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual está referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela. La materialización de este proyecto contribuirá al fomento del comercio regional y la integración de ambos países.

El área de influencia comprende el corredor fronterizo Colombo-Venezolano: Área Metropolitana de Cúcuta, los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios y su enlace con la república de Venezuela. En esta zona está concentrada la influencia económica y social del paso de frontera. Se puede considerar también como parte integral del corredor vial inter-oceánico: Lago de Maracaibo-Tribugá (puerto proyectado de aguas profundas sobre el océano Pacífico).

La zona del proyecto se encuentra en el piso térmico cálido: con una temperatura media anual superior a 24°C (temperatura media de 27°C, máximas media de 32°C, máximas absolutas de 35°C, mínimas de 21°C, mínimas absolutas de 18°C) en la cuenca baja del Río Pamplonita y Río Guarumito.

En la figura 2.1 se presenta el esquema del corredor inter-oceánico.

**Figura 2.1 Corredor Inter- oceánico Tribugá-Lago de Maracaibo**



Fuente: Elaboración propia basado en Imágenes proporcionadas por el software Google Earth

La vía discurre fundamentalmente por terrenos planos correspondientes a los afloramientos generalizados de la formación Guayabo, que dan origen a una topografía plana de materiales de arcillas y limos y eventualmente arenas finas. Los depósitos cuaternarios suelen estar asociados a pequeñas franjas paralelas a los cuerpos de agua o a depósitos de poco espesor de materiales de régimen lento de depositación, fundamentalmente limos y arenas.

La longitud total del proyecto vial es de aproximadamente 5.74 kms en terreno plano, comprende la construcción de 5 puentes, dos de ellos de gran envergadura que atravesarán los ríos Pamplonita y Guarumito, con luces de 160 y 110 metros respectivamente.

Otras estructuras que hacen parte del proyecto son:

- Estructura de pavimento con superficie de rodamiento en concreto bituminoso.
- Estructuras, como terraplenes construídos con suelos seleccionados.
- Estructuras de drenaje como, alcantarillas de concreto de sección circular, canales y cunetas.
- Intersección vial a nivel tipo glorieta en el sector de La Jarra.
- Intersecciones a nivel tipo T en empalmes con vías secundarias.

La vía tiene una sección en terraplén en aproximadamente el 90% del trazado total del proyecto. Los elementos que componen la sección transversal típica se encuentra en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Elementos de Sección Transversal**

<b>Detalles</b>	<b>Dimensiones (m)</b>
<b>Carril (Bombeo 2%)</b>	<b>3.65</b>
<b>Calzada</b>	<b>7.3</b>
<b>Berma</b>	<b>2.5</b>
<b>Berma en tierra</b>	<b>0.5</b>
<b>Corona</b>	<b>12.3</b>
<b>Cunetas (Inclinación cuneta H:V/ Ancho)</b>	<b>3:1 / 0.8</b>
<b>Taludes Terraplén (H:V)</b>	<b>1.5:1</b>
<b>Taludes Corte (H:V)</b>	<b>0.5:1</b>
<b>Derecho de Vía</b>	<b>60</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la foto 2.1, se detalla la dirección del corredor vial. El proyecto se desarrolla en sentido Este-Oeste, sobre una topografía plana en terrenos que se utilizan para ganadería y cultivos de arroz.

**Foto 2.1 Panorámica del Corredor vial**



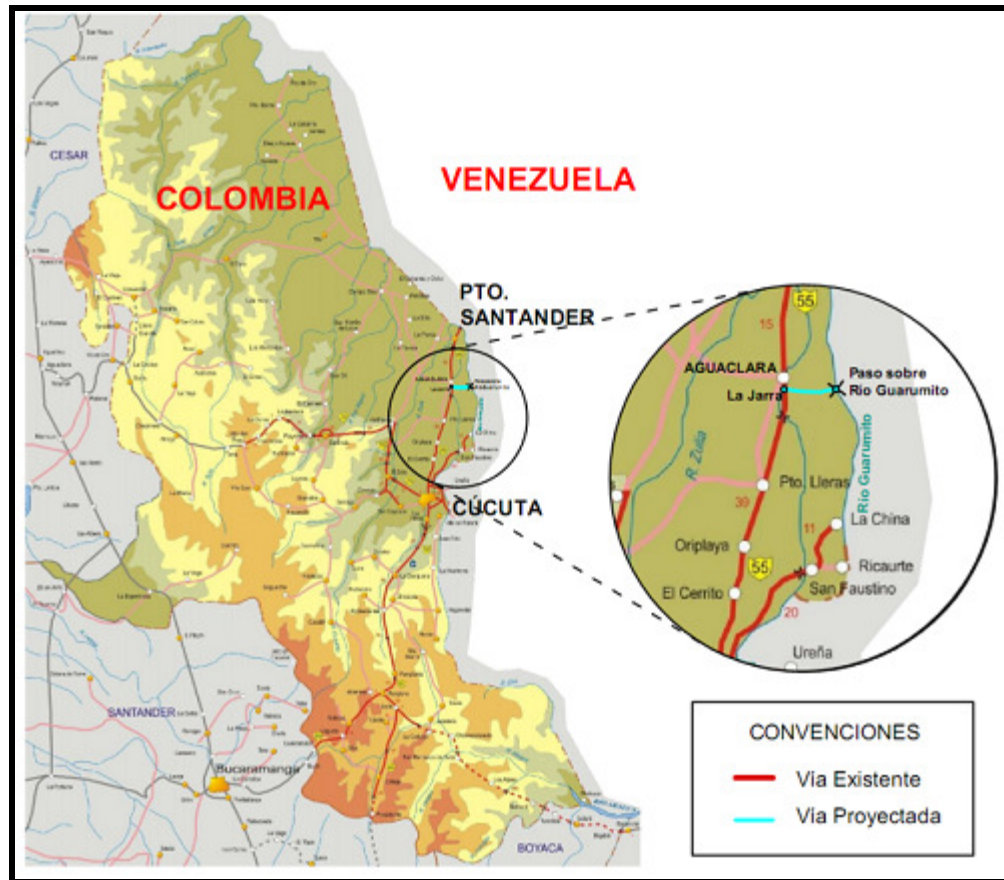
Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

## **2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El área del proyecto se localiza en el municipio de Cúcuta capital del Departamento de Norte de Santander en los corregimientos de Aguaclara y Guarumito, en la zona limítrofe de la República de Colombia y la República de Venezuela, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental- CORPONOR.

En el territorio Colombiano el proyecto inicia en la Ruta 55 que es una vía troncal de la red vial nacional, la cual tiene su desarrollo desde Bogotá, pasando por Tunja, Duitama, Soatá, Málaga, Pamplona, Cúcuta y terminando su recorrido en Puerto Santander en el Puente Internacional La Unión en la frontera con Venezuela. En el territorio Venezolano la vía proyectada se conecta a través de las Troncales 001 y 006 de la red principal de carreteras de Venezuela con los estados del Táchira y Zulia. La figura 2.2, se ilustra la ubicación del proyecto.

Figura 2.2 Ubicación General del Proyecto



FUENTE: Elaboración propia basado en el plano territorial No. 18 (Norte de Santander) del INVIAS

La vía inicia en el corregimiento de La Jarra con la construcción de un intercambiador vial (Glorieta) ubicado sobre la vía Cúcuta Puerto Santander, se desarrolla en sentido oeste-este hacia el Río Pamplonita, en una longitud de aproximadamente 0.65 km, donde se debe construir un puente de longitud aproximada 160 metros. Posteriormente el proyecto vial sigue la dirección de un corredor existente en una longitud de 3.3 km, en el que se mejorarían las especificaciones de la vía y de las estructuras existentes. En la zona más cercana a la frontera, la vía proyectada abandona la vía existente y se desvía hacia el norte para alcanzar el sitio seleccionado como ponedero sobre el Río Guarumito.

El proyecto está georeferenciado en el sistema MAGNA-SIRGAS, con coordenadas planas Gauss - Krüger con origen Gauss en Bogotá, ubicado en el observatorio astronómico al que le corresponde las coordenadas geográficas:

04°35'46.3215" Latitud Norte

74°04'39.0285" Longitud Oeste

Este origen tiene un valor asignado de 1'000.000 metros Norte y 1'000.000 metros Este.

### 3. ORGANIGRAMA DE TRABAJO

Para el desarrollo de los trabajos, la universidad conformó un equipo multidisciplinario conformado por:

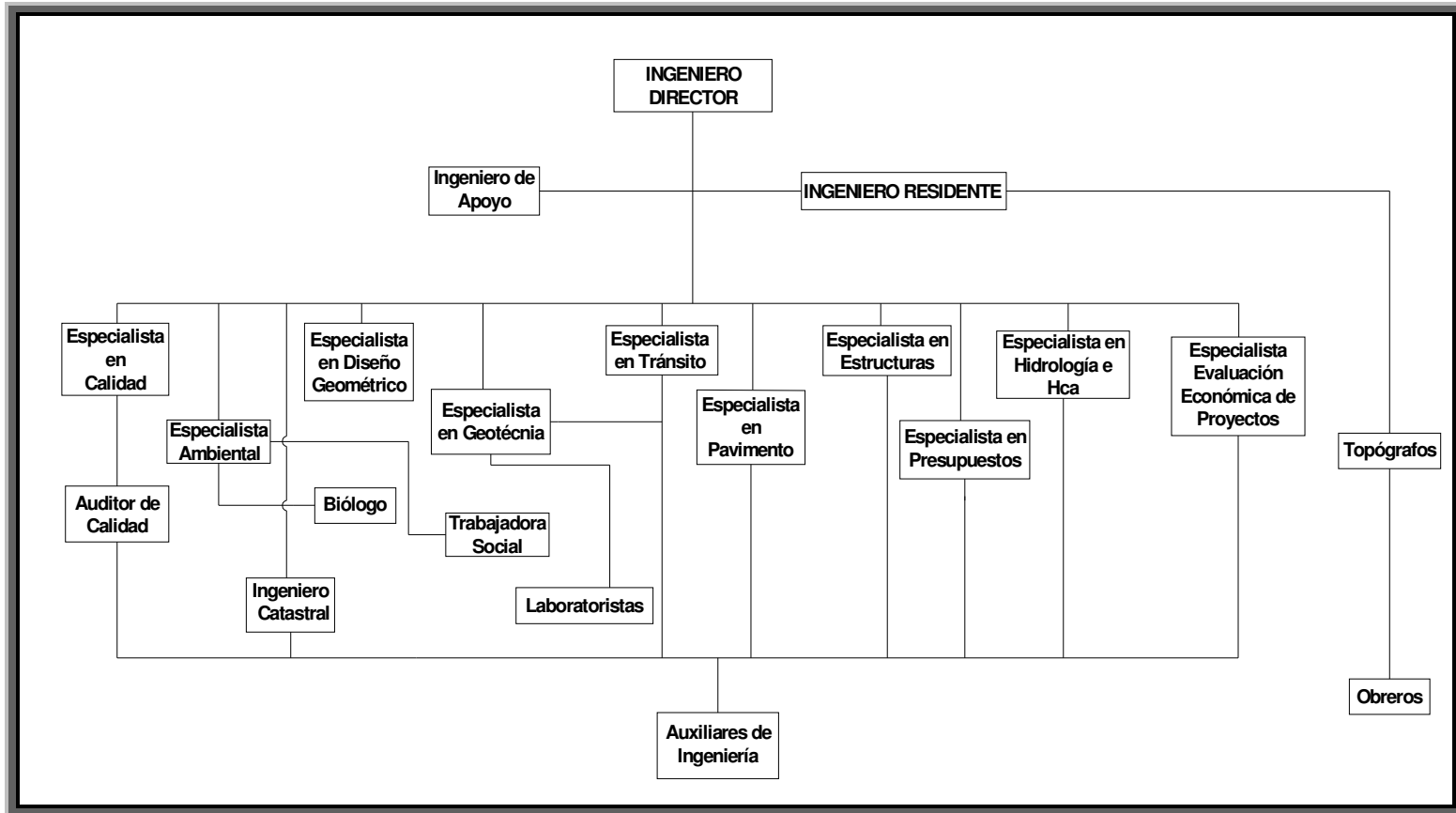
- 1 Ingeniero Director
- 1 Ingeniero Residente
- Ingenieros Especialistas en los siguientes temas:
  - Tránsito
  - Diseño Geométrico
  - Pavimentos
  - Estructuras
  - Hidrología e Hidráulica
  - Geotecnia
  - Evaluación Económica de Proyectos
  - Calidad
  - Ambiental
  - Presupuesto

Adicionalmente el grupo de trabajo lo conformaron:

- 1 Ingeniero Catastral
- 1 Trabajadora Social
- 1 Ingeniero de Apoyo
- 1 Topógrafo
- 1 Biólogo
- Laboratorista
- 5 Auxiliares de Ingeniería

En la Grafica 3.1 se representa la estructura organizativa del proyecto.

Grafica 3.1 Organigrama de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

## **4. ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS**

Para desarrollar los Estudios a Nivel Fase III, es necesario ejecutar diferentes trabajos tanto en campo como en el laboratorio. La información obtenida se procesa para hacer los respectivos análisis y diseños.

Lo primero que se debe hacer es conseguir toda la información de estudios previos, para tener un punto de referencia de lo que va hacer el proyecto.

Los trabajos de campo que deben tener mayor atención, son los de topografía y los suelos, ya que esta información es indispensable para hacer el diseño geométrico de la vía, los puentes y obras de arte.

Se debe tener en cuenta que los análisis de las muestras obtenidas en los sondeos, deben ser llevados a un laboratorio que cumpla con todas las certificaciones de los equipos, es decir, que cumplan con los requisitos de Calidad.

En la parte social los estudios tanto de Investigación Catastral como el de Impacto Ambiental, son fundamentales para obtener una aceptación por parte de la población afectada, estableciendo un presupuesto de los predios que serán intervenidos, para compensar económicamente a los dueños de los terrenos por donde pasará la vía y permitiendo minimizar la afectación que la obra tenga, tanto en la población humana como el impacto sobre el medio ambiente.

En la parte económica los trabajos de campo, permiten establecer los costos de los materiales que se pueden conseguir en la región.

A continuación se detallará cada una de las actividades desarrolladas en los Estudios a Nivel Fase III.

### **4.1. ESTUDIOS EN CAMPO**

Los estudios realizados en campo comprendieron las siguientes actividades.

**Estudios de Tránsito:** Aforos, Encuesta de origen y destino, Recopilación de información de sectores productivos en la zona, Recopilación de información de tránsito en vías que unen Colombia-Venezuela.

**Foto 4.1 Encuestas y Aforos**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

**Estudio de Trazado y Diseño Geométrico:** Localización de referencias amarradas al sistema de coordenadas, Levantamiento Curvas de Nivel, Planteamiento de la poligonal preliminar de topografía y del corredor de ruta, Topografía de corredor de ancho 200 metros donde se localizará la vía, Localización de mojones de la poligonal de topografía, Localización del eje de diseño en campo y nivelación del mismo, Levantamiento en zonas de estructuras de contención y de cruce.

**Investigación Catastral:** Adquisición de planchas catastrales, Socialización de las posibles afectaciones a cada predio, Levantamiento y elaboración de fichas prediales para zonas de botaderos.

**Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia:** Ejecución de 5 sondeos preliminares en el corredor de ruta.

**Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención:** Definición de sitios de sondeo y profundidad de los mismos, Ejecución de 12 sondeos en los Apoyos de los Puentes diseñados.

**Foto 4.2 Ejecución de Sondeos**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

**Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes:** Identificación de sitios de inestabilidad, Definición de sitios de sondeo y profundidad de los mismos, ejecución de sondeos.

**Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento:** Localización de sitios para sondeos, por lo menos uno cada 500 metros, Ejecución de sondeos hasta una profundidad de 5 m, Toma de muestras para caracterización de la subrasante, Estudio exploratorio en la zona sobre fuentes de materiales, Ejecución de sondeos para localización de estratos de conglomerados.

**Estudio Estructural para Diseño de Puentes:** Levantamiento topográfico de las zonas de ponedero, Estudio geotécnico para la cimentación de los puentes.

En la Foto 4.3, se muestra el Caño Negro, el cual tiene un ancho aproximado de 14 metros.

**Foto 4.3 Caño Negro**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

En la Foto 4.4, se muestra el Río Pamplonita, el cual tiene un ancho aproximado de 70 metros.

**Foto 4.4 Margen Occidental del Río Pamplonita**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

En la Foto 4.5, se muestra el Caño Grande, con un ancho aproximado de 18 metros.

**Foto 4.5 Caño Grande**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

En la Foto 4.6, se muestra el Caño Bocají, con un ancho aproximado de 20 metros.

**Foto 4.6 Caño Bocají**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

En la Foto 4.7 se puede observar el Río Guarumito, con una distancia aproximada de 60 metros de ancho.

**Foto 4.7 Margen occidental del río Guarumito.**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

**Estudio de Impacto Ambiental:** Zonificación de manejo ambiental del proyecto.

**Presupuesto de Construcción:** Investigación de campo sobre costos en la región.

#### **4.2. ESTUDIOS EN EL LABORATORIO**

Los estudios realizados en el laboratorio se muestran a continuación, según el área correspondiente a cada tema.

**Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención:** Ejecución de ensayos para hacer la caracterización de los suelos.

**Foto 4.8 Muestras para los ensayos en el laboratorio de Fundaciones para Puentes**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

**Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento:** Ejecución de ensayos de laboratorio para caracterización general de la subrasante, Selección de unidades homogéneas de diseño y del suelo característico, Selección de muestras y realización de ensayos de CBR, Ejecución de ensayos de laboratorio sobre muestras de las diferentes fuentes.

**Foto 4.9. Muestras para los ensayos en el laboratorio de Pavimentos**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

### 4.3. ANÁLISIS Y DISEÑOS

Los análisis y diseños necesarios para desarrollar los estudios a Nivel Fase III, cuya información es procesada de acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos de campo y en el laboratorio, se dividen en las siguientes actividades.

**Estudios de Tránsito:** Generación de modelos de tránsito en la vía proyectada, Estimación de tránsito atraído y generado, Proyección de tránsito para periodo de análisis, Cálculo de costos de operación de vehículos, Cálculo de carga en ejes equivalentes, Estudio de capacidad y Nivel de servicio de la vía.

**Estudio de Trazado y Diseño Geométrico:** Selección de especificaciones del trazado, Diseño en planta del eje de la vía, Diseño en perfil de la vía y de las secciones transversales, Cálculo de secciones transversales y de movimiento de tierras, Elaboración de planos de diseño geométrico.

**Investigación Catastral:** Determinación del tipo de tenencia de cada predio, Definición de área requerida y sobrante en cada predio, Definición de áreas cubiertas y clasificación en cada predio, Definición de materiales, acabados y características especiales de las construcciones, Medición y cuantificación de áreas de cultivos, Elaboración de planos prediales, Elaboración de fichas prediales.

**Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia:** Estudios de antecedentes, Definición de zonas homogéneas en la zona del proyecto, Elaboración de perfiles estratigráficos con base en observación de superficie, Elaboración de planos geológicos de la zona del proyecto.

**Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención:** Elaboración de perfiles estratigráficos en la zona de los puentes a diseñar, selección del tipo de cimentación y profundidad de desplante, cálculo de la Capacidad de Carga , Asentamientos y Carga Lateral .

**Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes:** Elaboración de perfiles estratigráficos, Ejecución de ensayos de laboratorio, Evaluación de estabilidad de taludes y diseño de los mismos, Presentación de alternativas para sitios inestables, Diseños de estabilización.

**Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento:** Recopilación de información existente sobre tránsito, geología, suelos y fuentes de materiales, Diseño de mezclas de concreto hidráulico y bituminoso, Elaboración de planos de fuentes de materiales, Análisis de utilización de cada una de las fuentes seleccionadas. Selección del periodo de análisis, Definición de tránsitos promedios diarios en el periodo de análisis, Definición de valores de factores de equivalencia para los vehículos, Cálculo de la carga de diseño. Dimensionamiento de estructuras de pavimento rígido, Dimensionamiento de estructuras de pavimento flexible, alternativa 1, Dimensionamiento de estructuras de pavimento flexible, alternativa 2, Evaluación económica de las alternativas propuestas, Selección de estructura para diseño de secciones transversales, Diseño de secciones transversales.

**Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación:** Información de caudales de los ríos de la zona, Información de estaciones meteorológicas en zona, Información de cartografía, Predicción de precipitación de diseño, Cálculo de caudales y socavación en zonas de ponederos, Dimensionamiento y diseño de obras de cruce.

**Estudio Estructural para Diseño de Puentes:** Estudio geotécnico para la cimentación de los puentes, Definición de alternativas para puentes de luces inferiores a 20 metros, Evaluación económica de las alternativas de puentes menores, Diseño de superestructura de puentes menores, Definición de alternativas puentes mayores, Evaluación económica de las alternativas de puentes mayores, Predimensionamiento de infraestructura puentes menores, Diseño de infraestructura de puentes menores, Predimensionamiento de superestructura de puentes mayores, Diseño de superestructura de puentes

mayores, Predimensionamiento de infraestructura puentes mayores, Diseño definitivo de infraestructura de puentes mayores, Elaboración de planos de construcción.

**Estudio de Impacto Ambiental:** Descripción técnica del proyecto, Caracterización del área de influencia (Línea Base), Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, Evaluación ambiental, Plan de Manejo Ambiental, Programa de seguimiento y monitoreo del proyecto, Plan de contingencia, Informe final.

**Presupuesto de Construcción:** Investigación de campo sobre costos en la región, Elaboración de precios unitarios, Cálculo de cantidades de obra, Elaboración de presupuesto.

**Evaluación Económica:** Cálculo de costos de operación sin proyecto, Cálculo de costos de operación con proyecto, Determinación de beneficios del proyecto, Cálculo de indicadores económicos.

## **5. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

El trabajo en la oficina consistió en realizar los estudios a nivel fase III de la vía comprendida entre Aguaclara y Guarumito en el departamento de Norte de Santander, dirigido por un especialista, quien por medio de reuniones, se encargaba de establecer los parámetros que se debían seguir, según el tema que se necesitara desarrollar.

Los resultados obtenidos eran presentados en informes para su respectiva revisión, primero por el especialista y luego por el director del proyecto.

Como Auxiliar de Ingeniería se trabajaba en cualquier tema que fuera asignado por parte del Ingeniero Director o colaborando en las diferentes actividades presentes en la oficina, entre otras, la organización de la información que iba hacer enviada.

Para el correcto desarrollo de los estudios, se siguió un Plan de Calidad que controla el adecuado proceso de la información obtenida de cada especialidad, además de exigir soportes en caso de que ocurra cualquier eventualidad.

Durante la ejecución de la práctica, fue necesario desarrollar diferentes hojas de cálculo para procesar la información, además de la digitalización de planos en Autocad, para el seguimiento del proyecto.

En los Anexos A, B, C y D se presenta cada una de las actividades realizadas en la práctica empresarial.

## **6. PLAN DE CALIDAD**

El Plan de Calidad tiene como objeto, establecer la metodología para controlar las actividades relacionadas con los estudios y diseños del proyecto.

El Plan de Calidad se elaboró tomando como referencia los siguientes documentos:

Las Normas técnicas para diseño, construcción, operación y mantenimiento del Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

Propuesta Técnica y Económica.

Documentos Convenio INVIAS – UIS

Norma NTC-ISO 9001 Versión 2000.

Normas INVIAS.

Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, versión 2007, adoptadas mediante Resolución No. 003288 del 15 de AGOSTO de 2007, emanada del MINISTERIO DE TRANSPORTE.

A continuación se mostrará los parámetros más importantes que como Auxiliar de Ingeniería se debían seguir.

### **6.1. POLÍTICA DE CALIDAD**

La UIS, tiene como política de calidad, satisfacer los requisitos de su cliente, entregando proyectos de calidad, a tiempo, utilizando personal competente, idóneo y comprometido, buscando el mejoramiento continuo de sus procesos.

## **6.2. COMUNICACIÓN INTERNA**

Se realizará a través de reuniones internas y mediante memorandos, el responsable de estas actividades será el Ingeniero Residente (Coordinador de Diseños).

## **6.3. COMUNICACIÓN EXTERNA**

Toda comunicación ya sea con el INVIAS, la Interventoría o cualquier otro ente externo que se relacione con el proyecto, será en forma escrita. Para asegurar una adecuada comunicación con el cliente se establecen los siguientes medios de acuerdo al evento:

## **6.4. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN**

### **6.4.1 Control de documentos**

El control de los documentos como planos, estudios, memorias, serán controlados a través del un listado maestro.

Los documentos de origen externo, como son los documentos suministrados por el Cliente, o las Normas aplicables serán controlados también a través del Listado Maestro de Documentos Externos.

### **6.4.2 Control de registros**

Los registros serán relacionados en la Matriz de Registros de Calidad, con el fin de garantizar el adecuado control de éstos.

### **6.4.3 Planificación de la realización de los diseños.**

El plan de calidad, pretende garantizar que se cumplan los requisitos y expectativas del cliente, la UIS, la comunidad y demás partes interesadas

estableciendo la metodología para realizar adecuadamente las actividades relacionadas con el Proceso de Desarrollo y Control de Estudios y Diseños.

#### **6.5. AUDITORIAS INTERNAS**

Se realizaron 2 auditorías internas al proyecto.

## 7. APORTE

### 7.1. OBJETIVO

Este documento junto con el informe Final (Anexo B) , tienen por objeto servir de guía para próximos estudios a Nivel Fase III de Estudio de Suelos para Diseño de Fundaciones de Puentes , Obras de Arte y otras Estructuras de Contención en que la Universidad preste sus servicios de consultoría.

### 7.2. ALCANCE

Mediante técnicas de exploración en este caso sondeos y apiques, conocer los suelos de fundación de las obras proyectadas.

### 7.3. CONCEPTUALIZACIÓN

**Sitio de Ponteadero:** Lugar donde se va a construir el Puente.

**Pilote:** Es un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo es un tipo de cimentación profunda.

**Sondeo:** Es un tipo de prospección manual o mecánica, perteneciente a las técnicas de reconocimiento geotécnico del terreno, llevadas a cabo para conocer las características del terreno. Se trata de perforaciones de pequeño diámetro, (entre 65 y 140 mm) que, aunque no permiten la visión "in situ" del terreno, de ellos se pueden obtener testigos del terreno perforado, así como muestras, y realizar determinados ensayos en su interior.

**N:** Es el numero de golpes que se realizan para llegar a un determinado estrato.

## 7.4. PROCEDIMIENTO

A continuación se muestran los trabajos a realizar con sus respectivas actividades y resultados que se deben hallar en un Estudio de de Suelos para Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención.

### 7.4.1 Trabajos de Campo

- Recopilación de la Información de las perforaciones hechas en campo en los lugares de ponte de las estructuras tipo puente a diseñar.

**Tabla 7.1 Formato del Registro de Perforación**



**CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO**

**REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 1**



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																									
OBJETO DEL SONDEO:						ELEVACION:						DIRECCION:													
LOCALIZACION:						FECHA DE INICIO:						INCLINACION:													
COORDENADAS:						FECHA DE FIN:						PROF. TOTAL:													
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS			SPT			Ide. de la muestra	OBSERVACIONES					
			Bianco	Café	Grís	Marro	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Supr	Inferior	al	RECO	ROD	JO DE SHE	%			%	%	0-6"	6-12"	12-18"
0.0-0.5																									
0.5-1.0																									
1.0-1.5																									
1.5-2.0																									
2.0-2.5																									
2.5-3.0																									
3.0-3.5																									
3.5-4.0																									
4.0-4.5																									
4.5-5.0																									
5.0-5.5																									
5.5-6.0																									

Perforador \_\_\_\_\_ Taladro: \_\_\_\_\_

Supervisor \_\_\_\_\_ SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

Revisor \_\_\_\_\_


Fuente: Formato del Registro de Perforación del Proyecto

- Recuperación de las muestras en los lugares donde se hicieron los sondeos para ser llevadas a laboratorio.

## 7.4.2 Trabajos de Laboratorio

- Realizar ensayos de Granulometría y Límites de Atterberge para caracterizar el suelo encontrado.

Tabla 7.2 Formato de Ensayo de Granulometría y Límites de Atterberge

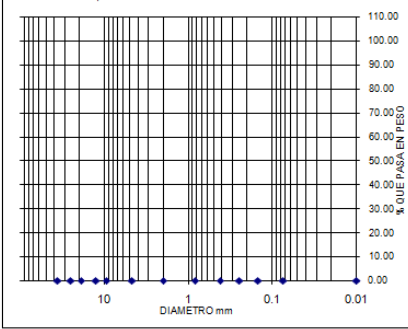


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

FECHA \_\_\_\_\_ SONDEO : \_\_\_\_\_  
 PROYECTO : \_\_\_\_\_ MUESTRA : \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION: \_\_\_\_\_ PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_

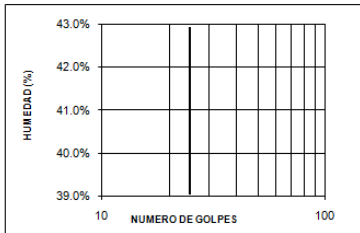
GRANULOMETRIA  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): \_\_\_\_\_ PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): \_\_\_\_\_

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80				
1 1/2"	36.10				
1"	25.40				
3/4"	19.05				
1/2"	12.70				
3/8"	9.52				
No 4	4.75				
10	2.00				
20	0.84				
40	0.42				
60	0.25				
100	0.15				
200	0.07				
PASA 20	*****				
SUMA	*****				
TOTAL					



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	W %
No. GOLPES			
PESO TARA (gr)			
T+SUELO HUMEDO (gr)			
T+SUELO SECO (gr)			
PESO AGUA (gr)			
PESO SUELO SECO (g)			
HUMEDAD (%)			



GRAVAS= \_\_\_\_\_  
 ARENAS = \_\_\_\_\_  
 FINOS= \_\_\_\_\_

LL= \_\_\_\_\_  
 LP= \_\_\_\_\_  
 IP= \_\_\_\_\_  
 W(%)= \_\_\_\_\_

LASIFICACION:  
 S.U.C.S: \_\_\_\_\_  
 AASHTO \_\_\_\_\_

DESCRIPCION: \_\_\_\_\_

VoBo : \_\_\_\_\_ REVISO: \_\_\_\_\_

Fuente: Formato de Ensayos de Laboratorio del Proyecto

### 7.4.3 Elaboración de los Perfiles Estratigráficos

- Con los resultados de los ensayos de laboratorio, se clasifica que tipo de suelo encontrado.

### 7.4.4 Análisis de Socavación

- El especialista en Hidrología Hidráulica y Socavación es el encargado de estimar el valor de la socavación general en la zona donde se colocaran los apoyos de los puentes.

### 7.4.5 Selección del Tipo de Cimentación

- Se analizan las condiciones geomorfológicas del sector, las características geotécnicas de los suelos encontrados y la magnitud de las carga a soportar, para definir qué tipo de cimentación utilizar, para este caso como son estructuras tipo puente el cual generan grandes cargas el sistema de cimentación es profunda tipo Pilote.

### 7.4.6 Análisis de Capacidad de Carga

La capacidad de carga fue analizada por los siguientes métodos:

**Meyerhoff (1976):** Permite obtener la Capacidad de carga ultima en función de los valores de penetración estándar corregidos,

Es el método más acertado por que se trabaja con datos tomados en campo.

**Meyerhoff (1976), semi-empírico:** El cual correlaciona los valores de penetración estándar con los valores del ángulo de fricción del suelo para obtener la capacidad de carga en función de éste.

Por este método la capacidad de carga da alta con respecto a los otros métodos ya que , está en función del ángulo de fricción del suelo , para verificar dicho análisis se tiene que realizar un ensayo de equivalente de arena del suelo que se extrae , pero se debe conocer la densidad del suelo inalterado en campo.

**Coyle y Castelo (1981):** Para suelos granulares, que obtiene los factores de capacidad de carga en función del ángulo de fricción interna y la relación L/D.

El método es aplicable siempre y cuando la estratigrafía del suelo no varié mucho ya que, en nuestro caso el suelo es muy cambiante a lo largo de su recorrido aparece suelo arcilloso y granulare en diferentes tramos, entonces no sería correcto asumir que los esfuerzos se mantengan constantes para la relación L/D.

Al final se adoptó la capacidad de carga mediante el primero de los mencionados, pues correlaciona resistencia obtenida por medio de un ensayo empírico (SPT) con su capacidad de carga derivada de métodos empíricos.

### **Método de Meyerhof (1976)**

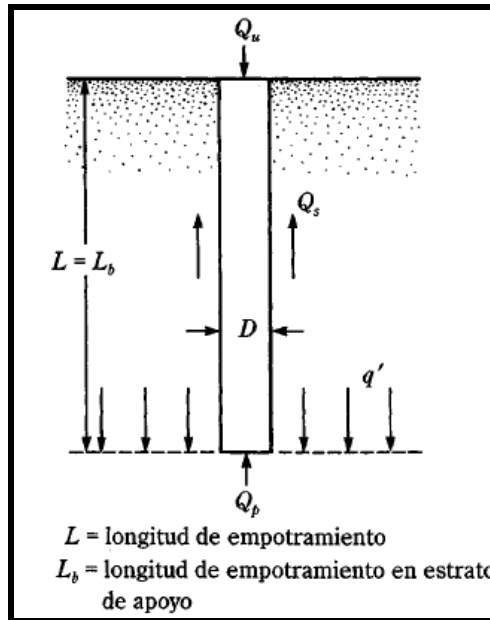
La capacidad de carga de un pilote es igual a la suma de la carga tomada en la punta del pilote más la resistencia total por fricción (fricción superficial) generada en la interfaz suelo-pilote.

$$Q_u = Q_p + Q_s \text{ (Ton)}$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_u}{F.S} \text{ (Ton)} \quad F.S. = 4$$

$$Q_{adm}(\text{Ton}) > Q_{Trabajo}(\text{Ton})$$

Figura 7.1 Capacidad Última de Carga de un pilote



Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones Cuarta Edición, Braja M, Das, 2001.

### Capacidad de Carga para Suelos Granulares

$$Q_p = \frac{A_p * \bar{N}_{corr} * (l / D) * 40}{10} \text{ (Ton)}$$

$$Q_f = \sum (f * Perimetro * \Delta z) \text{ (Ton)}$$

Para el cálculo del  $Q_f$  se debe tener en cuenta la longitud del pilote, el cual está en contacto con el suelo así que a la profundidad donde se presenta socavación y erosión el valor de  $Q_f = 0$  Ton .

$$f = \frac{\bar{N}_{corr}}{10} \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

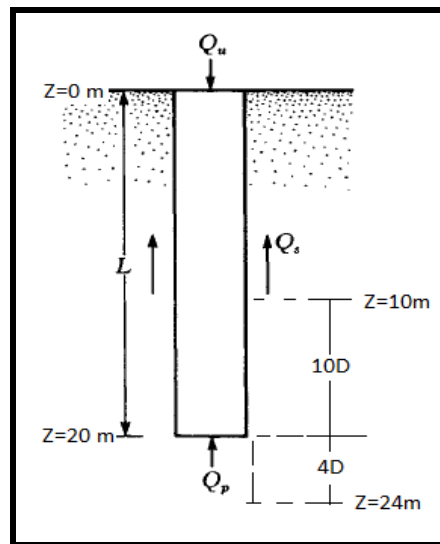
**Calculo de  $\bar{N}_{corr}$  para la Punta:** Es el promedio de los  $N_{corr}$  a 10 veces el diámetro del pilote por encima de la punta y a 4 veces el diámetro por debajo de la punta.

Nf= Numero de penetración estándar en el campo= N<sub>6-12</sub> "+N<sub>12-18</sub> "

$$N_{60} = \frac{N_f * \%Ee}{0.6} \quad \sigma'_o = \gamma_{suelo} * z - \gamma_w * z_w \quad (\text{Ton} / \text{m}^2)$$

$$C_n = \sqrt{\frac{1}{\sigma'_o}} \quad N_{corr} = N_{60} * C_n$$

Figura 7.2 Cálculo del  $\bar{N}$  corr para la Punta



Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones Cuarta Edición, Braja M, Das, 2001.

### Capacidad de Carga para Suelos Arcillosos

$$Q_p = 9 * C_u * A_p \quad (\text{Ton}) \quad C_u = 0.44 * N_{corr} \quad (\text{Ton} / \text{m}^2)$$

$$Q_f = \sum(f * Perimetro * \Delta z) \text{ (Ton)}$$

Relación de las variables mencionadas:

D= Diámetro del pilote.

Ap=Área de la sección transversal del pilote.

L=Longitud del pilote

P=Perímetro de la sección del pilote.

$\Delta L$  =Longitud incremental del pilote

f=Resistencia unitaria por fricción.

%Ee=%Energía del equipo

$\sigma'_o$  = Presión efectiva de sobrecarga

Cu=Coeficiente de uniformidad de la arena

Ncorr=Valor de N corregido

Qp= Capacidad de Carga de la punta del pilote.

Qf= Resistencia de fricción.

Qu=Capacidad ultima del pilote

#### 7.4.7 Análisis de Asentamientos

Se calcularon mediante los métodos elásticos, siendo el asiento total la suma de los asentamientos debidos al acortamiento elástico del pilote más los generados por la carga de fricción y de punta.

Para el análisis de asentamientos de los pilotes se utilizo las siguientes ecuaciones:

$$\text{Asentamiento total del pilote} \rightarrow S = S1 + S2 + S3 \text{ (m)}$$

$$\text{Asentamiento total del pilote} \rightarrow S(m) < \text{al } 10\% \text{ del diametro del pilote}$$

**Asentamiento (S1):** (Asentamiento elástico del pilote)

$$S1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

**Asentamiento (S2):** (Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote)

$$S_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \nu^2) I$$

$$E_s = 766 Nf \text{ KN / m}^2,$$

**Asentamiento (S3):** (Asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote)

$$S_3 = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \nu^2) I_{ws}$$

Relación de las variables mencionadas:

D= Diámetro del pilote.

Es=Modulo de Elasticidad del suelo

P=Perímetro de la sección del pilote.

## 7.5. EJERCICIO

Se evaluara la capacidad de carga y el valor de los asentamientos de un pilote ubicado en el apoyo N.1 del Puente sobre el Caño Grande el cual es una estructura que hace parte del Proyecto Estudios y Diseños a nivel de fase III del corredor vial Aguaclara – Guarumito, departamento de Norte de Santander

### 7.5.1 Resultados de Campo

Recopilación de la Información de la perforación hecha en campo del sondeo N.6 –Abscisa K3+430 a una profundidad de 25m.

Tabla 7.3 Formato del Registro de Perforación Sondeo N.6



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO



REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 11

ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																					
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos				ELEVACION:	71.83				DIRECCION:	Vertical										
LOCALIZACION:	Sondeo N°6 PK 3+430 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	09/09/2009				INCLINACION:	0°										
COORDENADAS:	X=1185334.98503 Y=1399484.19534				FECHA DE FIN:	15/09/2009				PROF. TOTAL:	25.0 m										
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diametro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS			Ide. de la muestra	OBSERVACIONES				
			Blanco	Café	Gris	Marro	Verde	Otro	Baja	Media	Alta	Super	Infer	%	%			RECO	ROD	DE SM	
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												5	8	8	CL	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												5	8	8	CL	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												5	8	8	CL	Nivel Freatico
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												5	8	8	CL	a los 1.10 mts.
2.0-2.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												5	8	8	CL	
2.5-3.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	6	9	CL	
3.0-3.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	6	9	CL	
3.5-4.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	6	9	CL	
4.0-4.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	6	9	CL	
4.5-5.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	5	8	CL	
5.0-5.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	5	8	CL	
5.5-6.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	5	8	CL	
6.0-6.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	6	CL	
6.5-7.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	6	CL	
7.0-7.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	6	CL	
7.5-8.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	3	CL	
8.0-8.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	3	CL	
8.5-9.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	3	CL	
9.0-9.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	3	3	CL	
9.5-10.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												7	6	5	CL	
10.0-10.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												7	6	5	CL	
10.5-11.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												7	6	5	CL	
11.0-11.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	4	4	CL	
11.5-12.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	4	4	CL	
12.0-12.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	4	4	CL	
12.5-13.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												3	4	4	CL	
13.0-13.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	4	6	CL	
13.5-14.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	4	6	CL	
14.0-14.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	4	6	CL	
14.5-15.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												6	9	9	CL-ML	
15.0-15.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												6	9	9	CL	
15.5-16.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												6	9	9	CL	
16.0-16.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	4	4	CL	
16.5-17.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												4	4	4	CL	
17.0-17.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X												7	7	4	CL	
17.5-18.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												7	7	4	CL-ML	
18.0-18.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												7	7	4	CL-ML	
18.5-19.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												7	7	4	CL-ML	
19.0-19.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												7	7	4	CL-ML	
19.5-20.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												15	18	15	SW-SM	
20.0-20.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												15	18	15	SW-SM	
20.5-21.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												22	18	24	SW-SM	
21.0-21.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												22	18	24	SW-SM	
21.5-22.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												22	18	24	SW-SM	
22.0-22.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												22	18	24	SW-SM	
22.5-23.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												21	18	26	SM	
23.0-23.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												21	18	26	SM	
23.5-24.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												21	18	26	SM	
24.0-24.5	Arcilla Limosa	Scm		X	X												21	18	26	SM	
24.5-25.0	Arcilla Limosa	Scm		X	X												20	20	22	SW-SM	

Perforador: Laboratorio Torres  
 Supervisor: Ing. Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor: Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

Fuente: Formato del Registro de Perforación del Proyecto

Luego se recuperan las muestras en el lugar donde se hizo el sondeo para ser llevadas a laboratorio.

**Foto 7.1 Muestras extraídas en la zona del Sondeo**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

## 7.5.2 Resultados de Laboratorio

A continuación se presenta la tabla 7.4 donde se muestra los resultados de los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberge y la respectiva clasificación para el suelo encontrado.

**Tabla 7.4 Resultados de Laboratorio del Sondeo N.6**

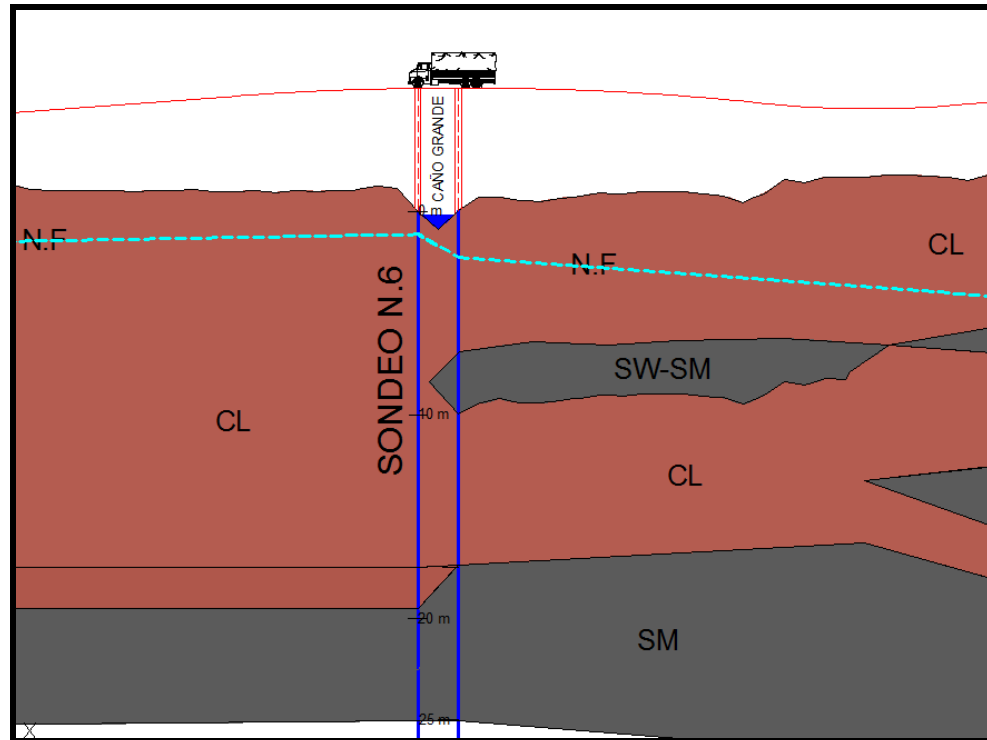
SONDEO N.6		CLASIF	SPT	RESULTADO DE LABORATORIO						Nivel Freático
Prof. (m)	DESCRIPCIÓN	U. S. C.	N	Ensayo de límites			Ensayo de Granulometría			
				%L.L	%L.P	%I.P	%Gravas	%Arenas	%Finos	
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	CL	16	41	21	21	0	3.1	96.9	1.1 m
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	CL	16	41	21	21	0	3.1	96.9	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	CL	16	41	21	21	0	3.1	96.9	
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	CL	16	41	21	21	0	3.1	96.9	
2.0-2.5	Arcilla Arenosa	CL	16	41	21	21	0	3.1	96.9	
2.5-3.0	Arcilla Arenosa	CL	15	41	21	20	0	4	96.1	
3.0-3.5	Arcilla Arenosa	CL	15	41	21	20	0	4	96.1	
3.5-4.0	Arcilla Arenosa	CL	15	41	21	20	0	4	96.1	
4.0-4.5	Arcilla Arenosa	CL	15	41	21	20	0	4	96.1	

SONDEO N.6		CLASIF	SPT	RESULTADO DE LABORATORIO						Nivel Freático
Prof. (m)	DESCRIPCIÓN	U. S. C.	N	Ensayo de límites			Ensayo de Granulometría			
				%L.L	%L.P	%I.P	%Gravas	%Arenas	%Finos	
4.5-5.0	Arcilla Arenosa	CL	13	45	23	23	0	7.9	92.1	
5.0-5.5	Arcilla Arenosa	CL	13	45	23	23	0	7.9	92.1	
5.5-6.0	Arcilla Arenosa	CL	13	45	23	23	0	7.9	92.1	
6.0-6.5	Arcilla Arenosa	CL	9	26	16	10	0	24.8	75.2	
6.5-7.0	Arcilla Arenosa	CL	9	26	16	10	0	24.8	75.2	
7.0-7.5	Arcilla Arenosa	CL	9	26	16	10	0	24.8	75.2	
7.5-8.0	Arcilla Arenosa	CL	6	36	21	15	0	5.2	94.8	
8.0-8.5	Arcilla Arenosa	CL	6	36	21	15	0	5.2	94.8	
8.5-9.0	Arcilla Arenosa	CL	6	36	21	15	0	5.2	94.8	
9.0-9.5	Arcilla Arenosa	CL	6	36	21	15	0	5.2	94.8	
9.5-10.0	Arcilla Arenosa	CL	11	27	19	8	0	41.8	58.2	
10.0-10.5	Arcilla Arenosa	CL	11	27	19	8	0	41.8	58.2	
10.5-11.0	Arcilla Arenosa	CL	11	27	19	8	0	41.8	58.2	
11.0-11.5	Arcilla Arenosa	CL	8	35	17	18	0	3.8	96.2	
11.5-12.0	Arcilla Arenosa	CL	8	35	17	18	0	3.8	96.2	
12.0-12.5	Arcilla Arenosa	CL	8	35	17	18	0	3.8	96.2	
12.5-13.0	Arcilla Arenosa	CL	8	35	17	18	0	3.8	96.2	
13.0-13.5	Arcilla Arenosa	CL	10	34	17	17	0	18.1	81.9	
13.5-14.0	Arcilla Arenosa	CL	10	34	17	17	0	18.1	81.9	
14.0-14.5	Arcilla Arenosa	CL	10	34	17	17	0	18.1	81.9	
14.5-15.0	Arcilla Limosa	CL-ML	18	21	16	5	0.4	37.5	62.1	
15.0-15.5	Arcilla Arenosa	CL	18	36	21	15	1.8	29	69.2	
15.5-16.0	Arcilla Arenosa	CL	18	36	21	15	1.8	29	69.2	
16.0-16.5	Arcilla Arenosa	CL	8	36	21	15	1.8	29	69.2	
16.5-17.0	Arcilla Arenosa	CL	8	36	21	15	1.8	29	69.2	
17.0-17.5	Arcilla Arenosa	CL	11	36	21	15	1.8	29	69.2	
17.5-18.0	Arcilla Limosa	CL-ML	11	22	15	6	1	20.5	78.4	
18.0-18.5	Arcilla Limosa	CL-ML	11	45	23	23	1	20.5	78.4	
18.5-19.0	Arcilla Limosa	CL-ML	11	45	23	23	1	20.5	78.4	
19.0-19.5	Arcilla Limosa	CL-ML	11	45	23	23	1	20.5	78.4	
19.5-20.0	Arcilla Limosa	SW-SM	33	N.P	N.P	N.P	25.3	67	7.7	
20.0-20.5	Arcilla Limosa	SW-SM	33	N.P	N.P	N.P	21.3	69.5	9.2	
20.5-21.0	Arcilla Limosa	SW-SM	42	N.P	N.P	N.P	21.3	69.5	9.2	
21.0-21.5	Arcilla Limosa	SW-SM	42	N.P	N.P	N.P	21.3	69.5	9.2	
21.5-22.0	Arcilla Limosa	SW-SM	42	N.P	N.P	N.P	21.3	69.5	9.2	
22.0-22.5	Arcilla Limosa	SW-SM	42	N.P	N.P	N.P	21.3	69.5	9.2	
22.5-23.0	Arcilla Limosa	SM	44	N.P	N.P	N.P	25.2	59.5	15.3	
23.0-23.5	Arcilla Limosa	SM	44	N.P	N.P	N.P	25.2	59.5	15.3	
23.5-24.0	Arcilla Limosa	SM	44	N.P	N.P	N.P	25.2	59.5	15.3	
24.0-24.5	Arcilla Limosa	SM	44	N.P	N.P	N.P	25.2	59.5	15.3	
24.5-25.0	Arcilla Limosa	SW-SM	42	N.P	N.P	N.P	2.6	88.5	8.9	

Fuente: Formato de Ensayos de Laboratorio del Proyecto

### 7.5.3 Perfil Estratigráfico

Figura 7.3 Perfil Estratigráfico del Sondeo N.6



Fuente: Elaboración Propia

### 7.5.4 Análisis de Socavación

El valor de la socavación para este apoyo es del orden de los 5m.

### 7.5.5 Selección del Tipo de Cimentación

Las condiciones geomorfológicas del sector, las características geotécnicas de los suelos encontrados y la magnitud de las carga a soportar, imponen un sistema de cimentación profunda.

## 7.5.6 Análisis de Capacidad de Carga

### Método de Meyerhof (1976)

### Carga de Trabajo en el Apoyo =350 Ton

SONDEO N.6 ABCISIA K3+430	
γsuelo (ton/m3)	1.7
γterraplen (ton/m3)	1.8
γw (ton/m3)	1.0
Hterraplen(m)	6.1
% Energia del equipo	0.8
α	0.5

Tabla 7.5 Capacidad de Carga para Sondeo N.6

Prof. (m)	DESCRIPCIÓN	Δz	z	Nf	N60	σ'o (Ton/pie2)	Cn	Ncorr	Cu(Ton/m2)	Qup(ton)	f(ton/m2)	Quf	ΣQuf	Qtotal(ton)	Q ad (ton)	OBSERVACIONES
0.5	Arcilla Limosa	0.5	0.3	16	21.3	0.1	3.4	73.2	32.2	227.6	16.1	0.0	0.0	227.6	56.9	
1.0	Arcilla Limosa	0.5	0.8	16	21.3	0.2	2.4	51.7	22.8	160.9	11.4	0.0	0.0	160.9	40.2	
1.5	Arcilla Limosa	0.5	1.3	16	21.3	0.2	2.2	47.1	20.7	146.5	10.4	0.0	0.0	146.5	36.6	N.F
2.0	Arcilla Limosa	0.5	1.8	16	21.3	0.2	2.0	43.5	19.2	135.4	9.6	0.0	0.0	135.4	33.9	N.F
2.5	Arcilla Limosa	0.5	2.3	16	21.3	0.3	1.9	40.7	17.9	126.5	8.9	0.0	0.0	126.5	31.6	N.F
3.0	Arcilla Limosa	0.5	2.8	15	20.0	0.3	1.8	35.9	15.8	111.7	7.9	0.0	0.0	111.7	27.9	N.F
3.5	Arcilla Limosa	0.5	3.3	15	20.0	0.3	1.7	34.1	15.0	105.9	7.5	0.0	0.0	105.9	26.5	N.F
4.0	Arcilla Limosa	0.5	3.8	15	20.0	0.4	1.6	32.4	14.3	100.9	7.1	0.0	0.0	100.9	25.2	N.F
4.5	Arcilla Limosa	0.5	4.3	15	20.0	0.4	1.6	31.0	13.7	96.6	6.8	0.0	0.0	96.6	24.1	N.F
5.0	Arcilla Limosa	0.5	4.8	13	17.3	0.5	1.5	25.8	11.4	80.4	5.7	0.0	0.0	80.4	20.1	N.F
5.5	Arcilla Limosa	0.5	5.3	13	17.3	0.5	1.4	24.9	11.0	77.4	5.5	8.8	8.8	86.0	21.5	N.F
6.0	Arcilla Limosa	0.5	5.8	13	17.3	0.5	1.4	24.0	10.6	74.8	5.3	8.3	16.9	91.7	22.9	N.F
6.5	Arcilla	0.5	6.3	9	12.0	0.6	1.3	16.1	7.1	50.1	3.5	5.6	22.5	72.6	18.1	N.F
7.0	Arcilla	0.5	6.8	9	12.0	0.6	1.3	15.6	6.9	48.6	3.4	5.4	27.9	76.5	19.1	N.F
7.5	Arcilla	0.5	7.3	9	12.0	0.6	1.3	15.2	6.7	47.2	3.3	5.2	33.1	80.3	20.1	N.F
8.0	Arcilla	0.5	7.8	6	8.0	0.7	1.2	9.8	4.3	30.6	2.2	3.4	36.5	67.1	16.6	N.F
8.5	Arcilla	0.5	8.3	6	8.0	0.7	1.2	9.6	4.2	29.8	2.1	3.3	39.8	69.7	17.4	N.F
9.0	Arcilla	0.5	8.8	6	8.0	0.7	1.2	9.4	4.1	29.1	2.1	3.2	43.1	72.2	18.0	N.F
9.5	Arcilla	0.5	9.3	6	8.0	0.8	1.1	9.1	4.0	28.4	2.0	3.2	46.2	74.7	18.7	N.F
10.0	Arcilla	0.5	9.8	11	14.7	0.8	1.1	16.4	7.2	51.0	3.6	5.7	51.9	102.9	25.7	N.F
10.5	Arcilla	0.5	10.3	11	14.7	0.8	1.1	16.1	7.1	49.9	3.5	5.5	57.4	107.4	26.6	N.F
11.0	Arcilla	0.5	10.8	11	14.7	0.9	1.1	15.7	6.9	48.9	3.5	5.4	62.9	111.8	27.9	N.F
11.5	Arcilla	0.5	11.3	8	10.7	0.9	1.1	11.2	4.9	34.9	2.5	3.9	66.8	101.6	25.4	N.F
12.0	Arcilla	0.5	11.8	8	10.7	0.9	1.0	11.0	4.8	34.2	2.4	3.8	70.6	104.8	26.2	N.F
12.5	Arcilla	0.5	12.3	8	10.7	1.0	1.0	10.8	4.8	33.6	2.4	3.7	74.3	107.9	27.0	N.F
13.0	Arcilla	0.5	12.8	8	10.7	1.0	1.0	10.6	4.7	33.0	2.3	3.7	78.0	111.0	27.7	N.F
13.5	Arcilla	0.5	13.3	10	13.3	1.0	1.0	13.0	5.7	40.6	2.9	4.5	82.5	123.0	30.8	N.F
14.0	Arcilla	0.5	13.8	10	13.3	1.1	1.0	12.8	5.6	39.9	2.8	4.4	86.9	126.8	31.7	N.F
14.5	Arcilla	0.5	14.3	10	13.3	1.1	0.9	12.6	5.6	39.3	2.8	4.4	91.3	130.5	32.6	N.F
15.0	Arcilla	0.5	14.8	18	24.0	1.2	0.9	22.4	9.8	69.6	4.9	7.7	99.0	168.6	42.2	N.F
15.5	Arcilla	0.5	15.3	18	24.0	1.2	0.9	22.0	9.7	68.6	4.9	7.6	106.6	175.2	43.8	N.F
16.0	Arcilla	0.5	15.8	18	24.0	1.2	0.9	21.7	9.6	67.6	4.8	7.5	114.1	181.7	45.4	N.F
16.5	Arcilla	0.5	16.3	8	10.7	1.3	0.9	9.5	4.2	29.6	2.1	3.3	117.4	147.0	36.8	N.F
17.0	Arcilla	0.5	16.8	8	10.7	1.3	0.9	9.4	4.1	29.2	2.1	3.2	120.7	149.9	37.5	N.F
17.5	Arcilla	0.5	17.3	11	14.7	1.3	0.9	12.7	5.6	39.6	2.8	4.4	125.1	164.7	41.2	N.F
18.0	Arcilla	0.5	17.8	11	14.7	1.4	0.9	12.6	5.5	39.1	2.8	4.3	129.4	168.5	42.1	N.F
18.5	Arcilla	0.5	18.3	11	14.7	1.4	0.8	12.4	5.5	38.6	2.7	4.3	133.7	172.3	43.1	N.F
19.0	Arcilla	0.5	18.8	11	14.7	1.4	0.8	12.3	5.4	38.1	2.7	4.2	137.9	176.1	44.0	N.F
19.5	Arcilla	0.5	19.3	11	14.7	1.5	0.8	12.1	5.3	37.7	2.7	4.2	142.1	179.8	45.0	N.F
Prof. (m)	DESCRIPCIÓN	Δz	z	Nf	N60	σ'o (Ton/pie2)	Cn	Ncorr	Cu(Ton/m2)	Qup(ton)	f(ton/m2)	Quf	ΣQuf	Qtotal(ton)	Q ad (ton)	OBSERVACIONES

Prof. (m)	DESCRIPCIÓN	Δz	z	Nf	N60	σ' o (Ton/pie2)	Cn	Ncorr	L/D	Qup(ton)	f(ton/m2)	Quf	ΣQuf	Qtotal(ton)	Q ad (ton)	OBSERVACIONES
20.00	Arena	0.50	19.75	33	44.00	1.50	0.82	36	20	2257.29	3.59	5.64	147.77	2405.06	601.27	Nf
20.50	Arena	0.50	20.25	33	44.00	1.54	0.81	36	21	1865.52	3.55	5.58	153.35	2018.67	504.72	Nf
21.00	Arena	0.50	20.75	42	56.00	1.57	0.80	45	21	2948.55	4.47	7.02	160.37	3108.52	777.23	Nf
21.50	Arena	0.50	21.25	42	56.00	1.61	0.79	44	22	2985.66	4.42	6.94	167.31	3152.97	788.24	Nf
22.00	Arena	0.50	21.75	42	56.00	1.64	0.78	44	22	3022.31	4.37	6.87	174.18	3196.50	799.12	Nf
22.50	Arena	0.50	22.25	42	56.00	1.68	0.77	43	23	3058.54	4.33	6.80	180.98	3239.52	809.68	Nf
23.00	Arena	0.50	22.75	44	58.67	1.71	0.76	45	23	3241.69	4.49	7.05	188.03	3429.72	857.43	Nf
23.50	Arena	0.50	23.25	44	58.67	1.75	0.76	44	24	3278.78	4.44	6.98	195.00	3473.78	868.45	Nf
24.00	Arena	0.50	23.75	44	58.67	1.78	0.75	44	24	3315.46	4.40	6.91	201.91	3517.37	879.34	Nf
24.50	Arena	0.50	24.25	44	58.67	1.82	0.74	44	25	3351.74	4.35	6.84	208.75	3560.49	890.12	Nf
25.00	Arena	0.50	24.75	42	56.00	1.85	0.74	41	25	3233.65	4.12	6.47	215.22	3448.87	862.22	Nf
Prof. (m)	DESCRIPCIÓN	Δz	z	Nf	N60	σ' o (Ton/pie2)	Cn	Ncorr	L/D	Qup(ton)	f(ton/m2)	Quf	ΣQuf	Qtotal(ton)	Q ad (ton)	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia

Dpilote(m)	1
Area Pilote (m2)	0.79
Perimetro Pilote (m)	3.14
F.S.	4.00
Qa (ton) 25m	504.72
Cabeza libre del pilote e(m) :	5

Se trabajo un pilote de diámetro de 1m , porque genero la capacidad de carga suficiente para la carga de trabajo requerida además su construcción es más sencilla y económica .

$$Q_{adm}(Ton) > Q_{Trabajo}(Ton)$$

$$Q_{adm} = 504.72Ton > Q_{Trabajo} = 350Ton \text{ OK}$$

## 7.5.7 Análisis de Asentamientos

APOYO N.1 - K3+430

Epil (T/m2) :	250000	PILOTE DE CABEZA LIBRE
e(m) :	5	
Lpil (m) :	20	

Capacidad de Carga Admisible Sobre el Sondeo N.6:

D(m)	Prof.(m)	Qup (Ton)	ΣQuf (Ton)	Qu (Ton)	Qad(ton)
1.0	20	1293.60	106.40	1400.00	350.00

Asentamiento elastico:

$$S1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

D (m)	Qwp (Ton)	Qws (Ton)	$\xi$	L (m)	Ap (m2)	Ep (Ton/m2)	S1 (m)	S1 (mm)
1.0	26.60	323.40	0.67	15.00	0.79	250000	0.02	18.59

Asentamiento por carga de punta:

$$S2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \nu^2) I$$

$$E_s = 766 Nf \text{ KN} / m^2,$$

D (m)	qwp (Ton/m2)	$\nu$	L (m)	Nf	Es (T/m2)	lwp (m2)	S2 (m)	S2 (mm)
1.0	33.87	0.35	15.00	33	2527.8	0.85	0.01	9.99

Asentamiento por carga de friccion:

$$S3 = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \nu^2) I_{ws}$$

D (m)	Qws (Ton)	L (m)	p (m)	$\nu$	Nf prom	Es (Ton)	lws (m4)	S3(m)	S3 (mm)
1.0	323.40	15	3.14	0.35	19	1455.40	3.36	0.01	13.88

D (m)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	St (mm)	St (cm)
1.0	18.59	9.99	13.88	42.46	4.25

Donde el Asentamiento debe ser  $s(\text{cm}) < \text{al } 10\% \text{ del diámetro del Pilote}$

$$s(\text{cm}) = 4.25\text{cm} < \text{al } 10\% \text{ diametro} = 10\text{cm} \text{ OK}$$

## 8. CONCLUSIONES

- Se aprendieron temas nuevos acerca del diseño de una vía siguiendo los requerimientos dados por Inivias.
- La participación en el convenio con Especialistas, fue de gran aporte a la práctica, ya que con su experiencia en el campo de estudio el aprendizaje era continuo durante la duración del proyecto.
- Se realizaron funciones primordiales para la vida laboral de un Ingeniero, como la adecuada preparación y presentación de los informes de las áreas de estudio a cargo.
- El correcto seguimiento del Plan de Calidad, garantiza el orden y la administración de la información, permitiendo una mejor entrega de resultados.
- El trabajo en equipo fue fundamental para el éxito del proyecto, ya que como Auxiliar de Ingeniería, se debía estar dispuesto a colaborar, en cualquier tema relacionado con alguna especialidad o ayudando a organizar los informes que se entregaban mensualmente.
- Fue de gran enriquecimiento realizar la Práctica empresarial como modalidad de proyecto de grado, debido a que es una forma de poder aplicar los conocimientos vistos a lo largo de la carrera.

## **BIBLIOGRAFÍA**

CASTELLANOS NIÑO, Víctor. Principios Fundamentales de Diseño Vial. Edición. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 1993.

PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES. Cuarta Edición, Braja M, Das, 2001.

CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO DE SÍSMICO DE PUENTES, CCP 200-94.

## **ANEXOS**

**ANEXO A: INFORME ESTUDIO DE GEOLOGÍA  
PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA**

# 1 OBJETIVO Y ALCANCES

## 1.1 OBJETIVO

El Estudio Geológico para Ingeniería y Geotecnia, tiene como objetivo principal la definición de las características del terreno y determinar mediante una evaluación y análisis detallado, los sitios inestables dentro del corredor, así como lo concerniente a la seguridad de la vía, desde el punto de vista geotécnico. Igualmente la caracterización y la clasificación de los tipos de suelo presentes.

## 1.2 ALCANCES

El alcance general de este producto es la caracterización geológica y geotécnica del corredor y su influencia en el diseño final de la vía, en lo concerniente a diseño geométrico, características de los taludes de corte y aspectos ambientales relacionados.

### **Alcances Específicos**

- Identificación de las características geológicas del corredor y su influencia en el diseño de la vía.
- Identificación de las zonas inestables del corredor y evaluación de los sitios de ponederos.
- Definición del plan de perforación y exploración adecuado a las características del relieve y del proyecto.
- Determinación de los taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo.

- Identificar el comportamiento de los cauces naturales para evaluación de su impacto relacionado con la socavación, transporte y sedimentación de materiales.
- Garantizar la estabilidad de la fundación de los terraplenes y otras estructuras, teniendo en cuenta las características de los materiales.
- Identificar los elementos geológicos y geotécnicos de los sitios de botadero y fuentes de materiales.
- Se recomiendan las fuentes de materiales más favorables para el proyecto.
- Se recomienda el sitio más apropiado para la disposición de materiales sobrantes.
- Se efectúa una clasificación de los materiales de corte de acuerdo con las dificultades o facilidades que ofrezca para su remoción y transporte desde el sitio del proyecto, hasta los sitios destinados para disposición final.

## **2 GENERALIDADES**

La interconexión vial Aguaclara - Guarumito es un proyecto estratégico para el intercambio entre las repúblicas de Colombia y Venezuela. Las características físicas de la vía corresponden a una carretera de altas especificaciones con capacidad suficiente para ofrecer altos niveles de servicio y entrará a formar parte de la red vial primaria de Colombia.

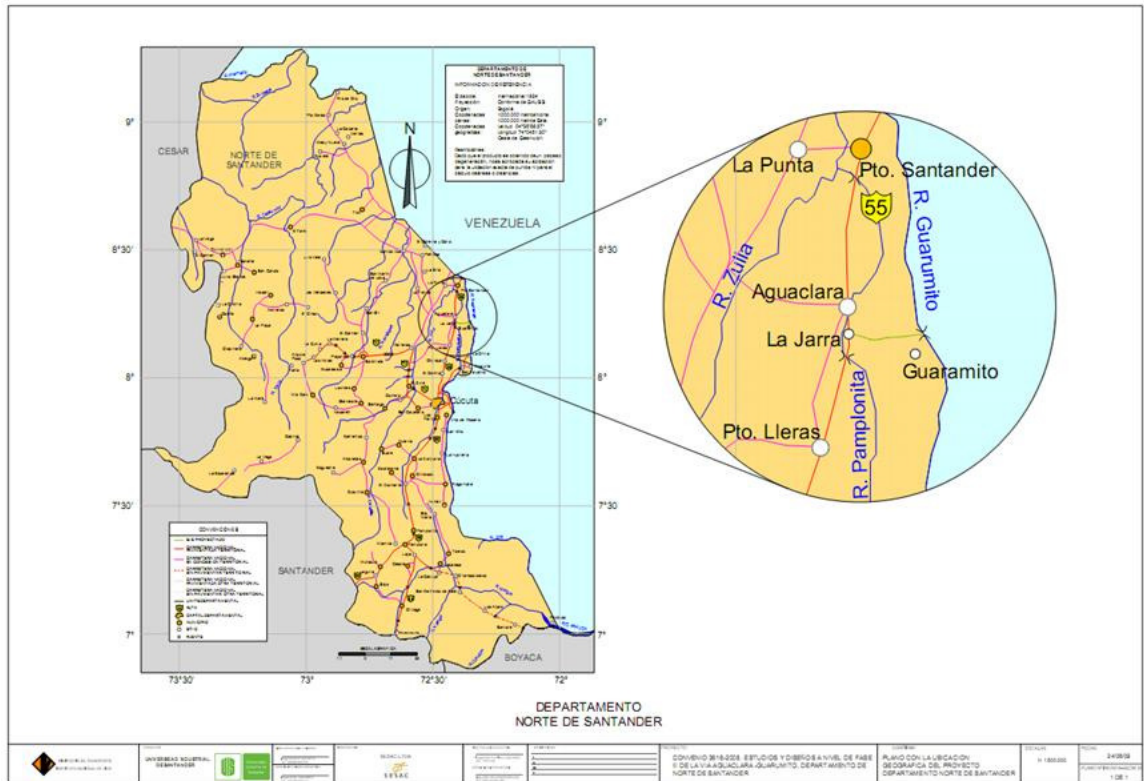
El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual está referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela. La materialización de este proyecto contribuirá al fomento del comercio regional y la integración de ambos países.

### **2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

El área del proyecto se localiza en el municipio de Cúcuta capital del Departamento de Norte de Santander en los corregimientos de Aguaclara y Guarumito, en la zona limítrofe de la República de Colombia y la República de Venezuela, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR.

En el territorio Colombiano el proyecto inicia en la Ruta 55 que es una vía troncal de la red vial nacional, la cual tiene su desarrollo desde Bogotá, pasando por Tunja, Duitama, Soatá, Málaga, Pamplona, Cúcuta y terminando su recorrido en Puerto Santander en el Puente Internacional La Unión en la frontera con Venezuela. En el territorio Venezolano la vía proyectada se conecta a través de las Troncales 001 y 006 de la red principal de carreteras de Venezuela con los estados del Táchira y Zulia. En la figura 2.1, se ilustra la ubicación del proyecto.

**Figura 2.1 Ubicación del Proyecto**



Fuente: Elaboración propia basado en el plano territorial No. 18 (Norte de Santander) del INVIAS

La vía inicia en el corregimiento de La Jarra con la construcción de un intercambiador vial (Glorieta) ubicado sobre la vía Cúcuta Puerto Santander, se desarrolla en sentido oeste-este hacia el Río Pamplonita, en una longitud de aproximadamente 0.65 km, donde se debe construir un puente de longitud aproximada 160 metros. Posteriormente el proyecto vial sigue la dirección de un corredor existente en una longitud de 3.3 km, en el que se mejorarían las especificaciones de la vía y de las estructuras existentes. En la zona más cercana a la frontera, la vía proyectada abandona la vía existente y se desvía hacia el norte para alcanzar el sitio seleccionado como ponteadero sobre el Río Guarumito.

El proyecto esta georeferenciado en el sistema MAGNA-SIRGAS, con coordenadas planas Gauss-Krüger con origen Gauss en Bogotá, ubicado en el observatorio astronómico al que le corresponde las coordenadas geográficas:

04°35'46.3215" Latitud Norte

74°04'39.0285" Longitud Oeste

Este origen tiene un valor asignado de 1'000.000 metros Norte y 1'000.000 metros Este.

## **3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

### **3.1 METODOLOGÍA GEOLÓGICA DEL TRAZADO**

Se realizó una visita técnica a lo largo del trazo del proyecto vial fronterizo entre el sitio La Jarra y el río Guarumito, con el fin de presentar una visión desde el terreno, de aspectos geológicos específicamente relacionados con las amenazas geológicas.

La actual vía que comunica a Cúcuta con Puerto Santander y que a su vez comunica con Venezuela a la altura de la población de La Fría, está construida siguiendo una dirección aproximadamente hacia el Norte y en gran parte de su recorrido su trazo tiende a estar localizado en el piedemonte de cerros formados por rocas gravo arenosas cuyas capas se inclinan hacia el oriente. La vía en su recorrido no presenta riesgos significativos, salvo algunos puntos críticos amenazados por deslizamientos; la vía presenta deterioro en el pavimento por falta de mantenimiento.

La vía objeto del proyecto, se desprende a la altura del caserío de La Jarra (antes del poblado de Aguaclara) en un punto donde la ruta 55 (Cúcuta - Puerto Santander) está muy cerca del río Pamplonita y se proyecta en línea casi recta en dirección aproximada al Este hacia el río Guarumito.

El trazo de la variante en su paso por los ríos está prácticamente supeditado a los procesos fluviales de estos y de las características de algunos arroyos presentes en el área del proyecto.

Este informe revisa aspectos geológicos observados a lo largo de la alternativa vial finalmente seleccionada para comunicar a Colombia con Venezuela.

Los rasgos geológicos y geomorfológicos más importantes del corredor vial se describen a partir del análisis de la plancha geológica Nro. 7 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, plano a escala 1:25000, del departamento de Norte de Santander, las observaciones realizadas en campo en la zona del proyecto en varias estaciones y material fotográfico captado en diversas partes del corredor propuesto y áreas afines.

La investigación geotécnica, se desarrolla mediante observaciones de campo, análisis de perforaciones y resultados de ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas e inalteradas.

### **3.2 METODOLOGÍA GEOTÉCNICA DEL TRAZADO**

#### **3.2.1 Capacidad de Carga Superficial Para Terraplenes**

Con los resultados de campo y laboratorio, se realizan los análisis de capacidad de carga, asentamientos y de estabilidad de los taludes de corte y terraplén de la vía.

#### **Capacidad de Carga para Suelos Granulares**

Para suelos granulares y valores de penetración estándar, la capacidad de carga admisible se ha evaluado mediante la expresión de Meyerhoff (1956) modificada por Bowles (1977), según la cual,

$$q(adm) = 11.98 * N \left( \frac{3.28 B + 1}{3.28 B} \right)^2 * Fd * \left( \frac{Se}{25.4} \right) \quad (KN / m^2) \quad para \ B \geq 1.22 \ m$$

$$Fd = 1 + 0.33 \left( \frac{Df}{B} \right) \leq 1.33 ; (B \approx \alpha) \rightarrow Fd = 1 ; \quad Se = 25.4cm$$

$$q(adm) = 11.98 * N \quad (KN / m^2)$$

Donde:

**N**= penetración estándar

**B**= ancho del cimiento

**Fd**= factor de profundidad

**Se**= asentamiento inmediato admisible con valor máximo de 1”

### Capacidad de Carga para Suelos Arcillosos

Para Suelos Arcillosos puede ser evaluada mediante la expresión de Terzaghi (1943), para suelos no drenados  $\Phi = 0$  y  $C=C_u$  y de acuerdo con el título **H.4.1.4** de la norma NSR-98, con base en los valores de resistencia a la compresión simple, la cual a su vez puede ser evaluada mediante la correlación de Stroud (1974), para hallar el valor de carga última y admisible, el cual está en función de los factores de capacidad de carga y a su vez los respectivos factores de forma. De esta manera se calcula para un cimiento continuo, tomando las siguientes expresiones:

$$q_{(ult)} = C * N_c * S_c + \bar{q} * N_q * S_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma * d_\gamma$$

Tomamos  $\phi = 0$ , por lo tanto,  $N_\gamma = 0$ ;  $N_q = S_q = 1$ ;  $N_c = 5.7$

$$q_{(ult)} = 5.7 * C_u * S_c + \bar{q} \quad (KN / m^2)$$

$$\bar{q} = D_f * \gamma_m \cdot (KN / m^2) \quad S_c = 1.0 \text{ Cimiento continuo}$$

$$C_u = K * N \quad KN / m^2$$

$$3.5 \leq K \leq 6.5 \quad KN / m^2$$

$$K_{medio} = 4.4 \quad KN / m^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{F.S.} (KN / m^2) \quad F_s.=3$$

Donde,

**C**= cohesión del suelo

$\bar{q}$ = sobrecarga a nivel de cimentación

**Sc**= factor de forma

$\gamma_m$ .=Peso específico del suelo

**N**= penetración estándar

**F.S.**=Factor de Seguridad

### 3.2.2 Análisis de Asentamientos

Bajo la consideración de saturación de los suelos debajo del terraplén, se ha hecho una estimación de los asentamientos por consolidación bajo la carga del terraplén, tomando un peso específico de 1.8 Ton/m<sup>3</sup>. Estos asentamientos serían los máximos a esperar que ocurran en los suelos bajo el terraplén.

#### Suelos Arcillosos

- **Arcilla Normalmente Consolidada**

$$\rho = \frac{H}{1 + e_0} * Cc \log \left[ \frac{\sigma_0 + \Delta P_o}{\sigma_0} \right]$$

$$\sigma'_0 = \sum (\gamma * z) (Ton / m^2)$$

**H**= Es el espesor de cada capa.

**Z**=Es la altura, medida desde el nivel de carga hasta el centro de cada capa.

$\sigma'_0$ = Presión o esfuerzo efectivo calculado hasta el centro de cada capa.

**m**= Relación entre la dimensión más pequeña de la placa sobre Z. = B/Z

**n**= Relación entre la dimensión más grande de la placa sobre Z. = L/Z

**lz**= Factor de influencia, se obtiene a través de una gráfica, cruzando los valores de m y n para cada capa.

**W** = Es la carga distribuida sobre la placa.

- **Cálculo de I'(Valor de Influencia):**

Teniendo como referencia, los elementos de Sección Transversal, ver tabla 3.1, se analizan las variables B1 y B2.

**Tabla 3.1 Elementos de Sección Transversal**

Detalles	Dimensiones (m)
Carril (Bombeo 2%)	3.65
Calzada	7.3
Berma	2.5
Berma en tierra	0.5
Corona	12.3
Cunetas (Inclinación cuneta H:V/ Ancho)	3:1 / 0.8
Taludes Terraplén (H:V)	1.5:1
Taludes Corte (H:V)	0.5:1
Derecho de Vía	60

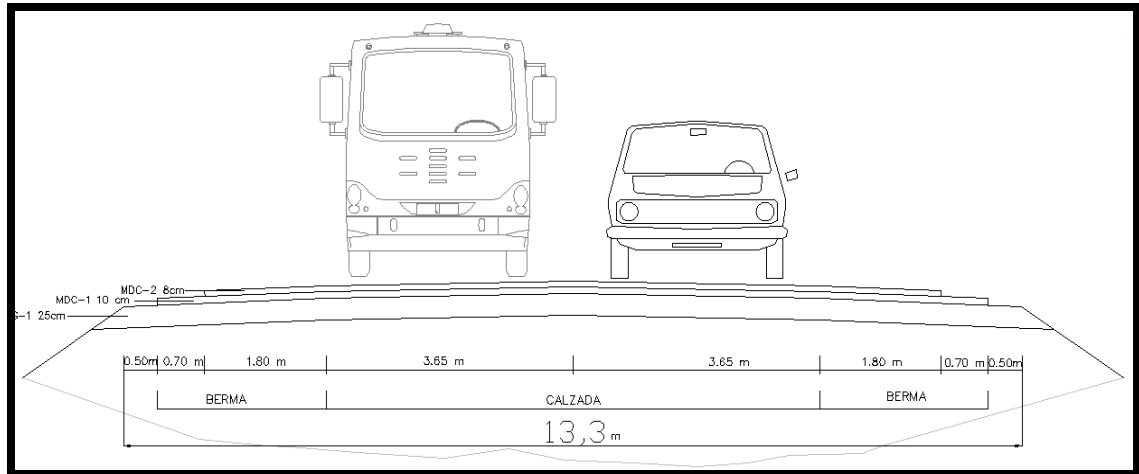
Fuente: Elaboración Propia

**Cálculo de B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>:**

Para el cálculo de las variables B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>, se usan los datos de la sección transversal típica del proyecto, ver Figura 3.1.

- **B<sub>1</sub>**=ancho calzada/2= 13.3/2=6.65 m
- **B<sub>2</sub>**=(1.5\*Hterraplén) m
- **Hterraplen** =La altura del terraplén según ubicación del sondeo

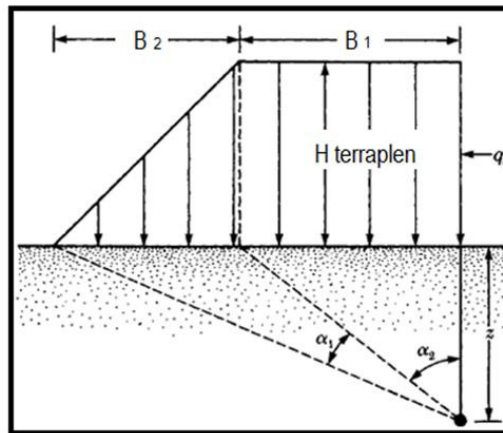
**Figura 3.1 Sección Transversal Típica K00 +420 – K05+690**



Fuente: Elaboración Propia

La figura 3.2, muestra un esquema de análisis de las variables  $B_1$  y  $B_2$ .

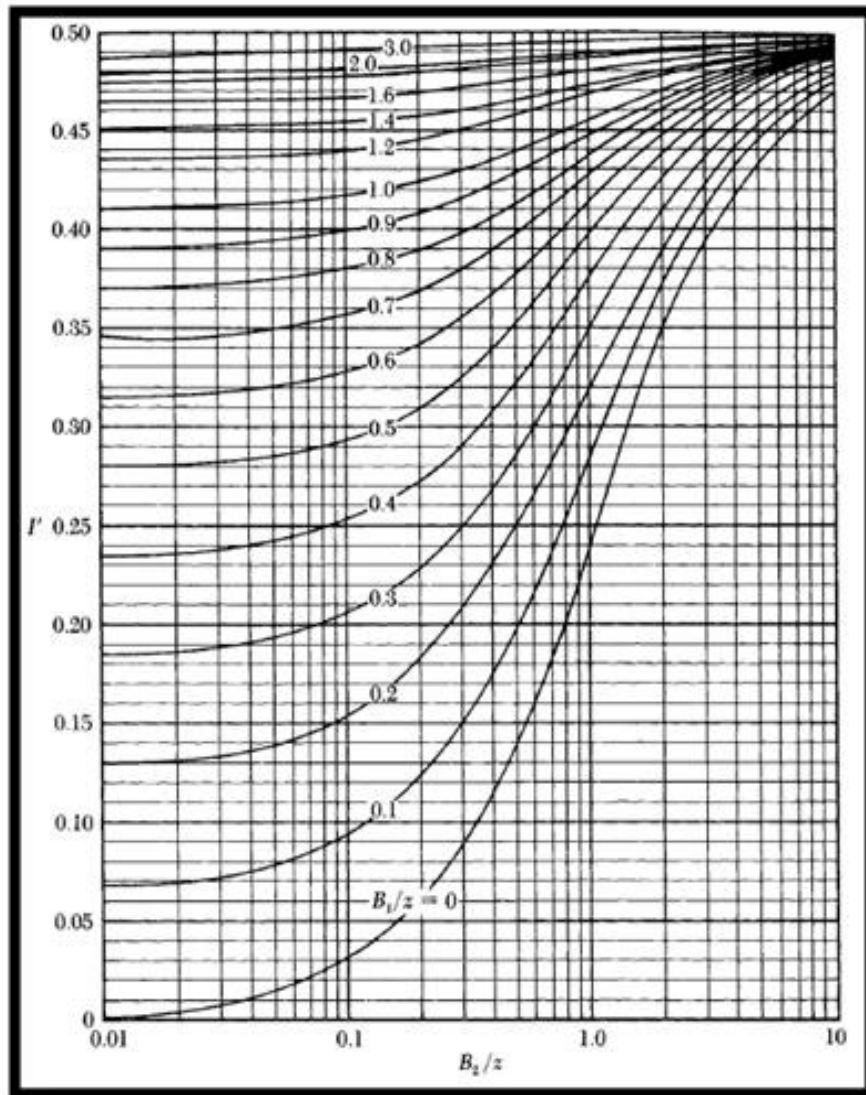
**Figura 3.2 Carga sobre el terraplén**



Fuente: Libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M.Das Cuarta Edición

En la siguiente grafica con la relación de de  $B_2/z$  Y  $B_1/z$ , se entra a buscar el valor de  $l'$  para cada capa.

**Grafica 3.1 Valor de Influencia I' para Arcillas bajo carga de terraplén**



Fuente: Libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M.Das Cuarta Edición.

$$\Delta p_o = q_n * I' \quad (\text{Ton} / \text{m}^2)$$

$$\sigma'_o = Z * \gamma_{\text{suelo}} \quad (\text{Ton} / \text{m}^2)$$

$$C_c = 0.009 * (LL - 10)$$

- Calculo de (Relación de Vacios):

$$Wm = \gamma_{suelo} * Vm \text{ (Ton)}$$

$$Ws = \frac{\gamma_{suelo}}{1 + w} \text{ (Ton )}$$

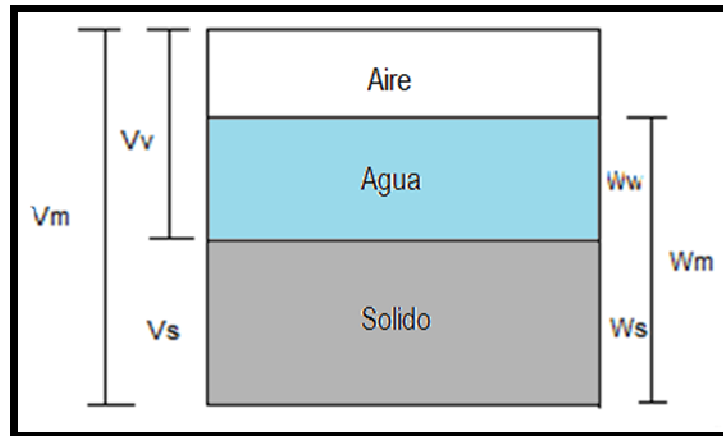
$$Vs = \frac{Ws}{Ss} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$Ss = 2.7 \text{ arcillas}$$

$$Vv = 1 - Vs \text{ (m}^3\text{)}$$

$$e = \frac{Vv}{Vs}$$

Figura 3.3 Esquema de la relación de vacios.



Fuente: Libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M.Das Cuarta Edicion.

Asentamiento total =  $\sum \rho$  De todas las capas.

### Suelos Granulares

- **Asentamiento Inmediato**

$$\rho_{arena} = C_1 * C_2 * q_n * \sum \left( \frac{I_z}{E} \right) \Delta_{zi} \text{ (m)}$$

$$E = k * q_c$$

$$C_1 = 1 - 0.5 \left( \frac{\sigma_o}{q_n} \right)$$

$$C_2 = 1 + 0.2 * \log \left( \frac{t}{0.2} \right) \quad t = 3 \text{ años}$$

$$q_n = \lambda * H \text{ (Ton / m}^2 \text{)}$$

Donde:

**I<sub>z</sub>**=Factor de influencia de la deformación unitaria

**C<sub>1</sub>**=Factor de corrección para la profundidad del empotramiento

**C<sub>2</sub>**=Factor de corrección para tomar en cuenta el flujo plástico en el suelo

**H**=Altura del terraplén

**qc/N**=Relación para Limo Arenoso ligeramente cohesivos =2.0

**K**=(Norma Sismo resistente colombiana), Donde:

K=1.5 para limos arenoso

K=2.0 para arena compacta

t= 3 años

- **Calculo de I<sub>z</sub> (Valor de Influencia):**

Para una relación de l/B ≥ 10

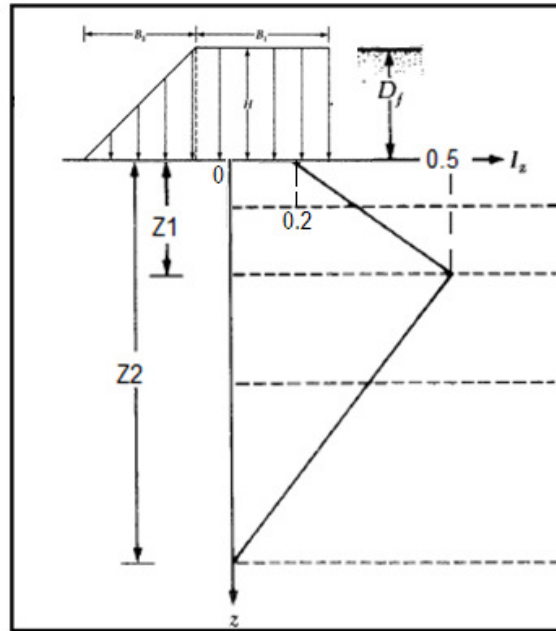
Z=0, I<sub>z</sub>=0.2

Z<sub>1</sub>=B=B<sub>1</sub>\*2+B<sub>2</sub>\*2=(m) ,I<sub>z</sub>=0.5

Z<sub>2</sub>=4\*B=(m) ,I<sub>z</sub>=0

Para cada sondeo con suelo arenoso, se calculó el valor de Influencia I', dichos análisis se encuentran en el archivo anexo D (memorias de cálculo). En la figura 3.4. se muestra el esquema general del valor de I' para arenas.

Figura 3.5 Valor de Influencia  $I'$  para Arenas



Fuente: Libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M.Das Cuarta Edición.

Asentamiento total =  $\Sigma \rho$  De todas las capas.

$$\rho_{total} = \rho_{arcilla} + \rho_{arena} (m)$$

## **4 ESTUDIO DE ANTECEDENTES**

La información preliminar que se tiene, corresponde a un estudio de factibilidad realizado por el Ministerio de Infraestructura de Venezuela (MINFRA), el cual debía establecer las condiciones geotécnicas y geológicas de la vía, con miras a esbozar las características del proyecto y así comprobar cómo influye en su viabilidad las diferentes formaciones, tipos de materiales encontrados y condiciones de estabilidad. Igualmente, determinar la existencia de formaciones rocosas o depósitos aluviales adecuados para su explotación durante el proceso constructivo.

El estudio contiene los siguientes aspectos:

### **4.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL TRAZADO**

La vía discurre fundamentalmente por terrenos planos correspondientes a los afloramientos generalizados de la formación Guayabo, que dan origen a una topografía plana de materiales fundamentalmente de arcillas y limos y eventualmente arenas finas. Los depósitos cuaternarios suelen estar asociados a pequeñas franjas paralelas a los cuerpos de agua o a depósitos de poco espesor de materiales de régimen lento de depositación, fundamentalmente limos y arenas.

Según la información consignada en el mapa geológico del cuadrángulo F-13 (Mapa II-1, II-2 y II-3), las formaciones predominantes asociadas al sitio del proyecto son la formación Guayabo y León, las cuales subyacen a depósitos cuaternarios de poco espesor. En dichos planos estas formaciones se encuentran descritas como se relaciona a continuación:

### **Depósitos cuaternarios (qal, qt)**

Corresponden a depósitos cuaternarios con patrones de depositación lenta que han dado origen a materiales predominantemente arcillosos, limosos y eventualmente de arenas finas (Qt), salvo en:

- Franjas angostas paralelas a los cuerpos de agua, donde se aprecian materiales de mayor tamaño (Qal), predominando las arenas gruesas y las gravas finas.
- El río Guarumito, donde los depósitos aluviales son de mayor tamaño.

### **Formación Guayabo (tmg)**

Consiste en arenas friables de color pardo a gris claro, limolitas arcillolitas, y arcillas arenosas grises con algunos horizontes de arcillas verdes y abigarradas. El grupo Guayabo reposa concordantemente sobre la formación León y el límite entre ambas se coloca donde subyacen las arcillas pizarrosas de la formación León. El grupo tiene un promedio de 800 m. de espesor habiéndose encontrado espesores hasta de 2.640 m. al sureste de Cúcuta. La edad es principalmente Mioceno, pero posiblemente se extiende hasta el Plioceno, dependiendo de cuando empezó el plegamiento Andino que no se ha fijado en esta área

### **Formación León (Tol)**

La formación León está compuesta casi en su totalidad de arcillas pizarrosas de color gris a gris verdoso que presentan horizontes limolíticos hacia la parte baja y alta de la misma.- El contacto inferior de la formación es normal y se marca donde ocurre el cambio de las arcillas pizarrosas puras de esta formación a los sedimentos mas arenosos de la formación Carbonera.

En cuanto a la geología regional toda la zona se caracteriza por presentar sedimentos aluviales aportados por los ríos Zulia, Pamplonita, Peralonso y

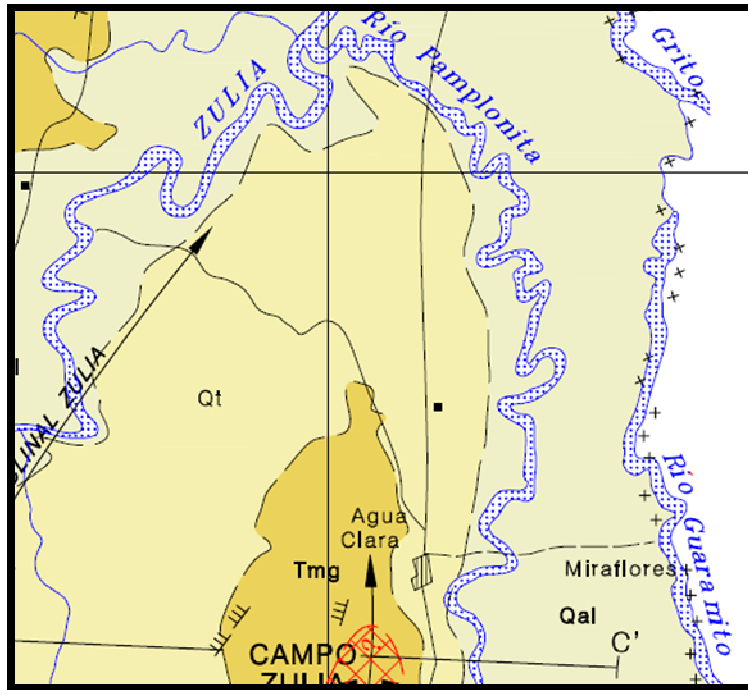
Guarumito y constituyen el material de relleno de la depresión, circundada por contrafuertes de la cordillera oriental, cuyo piso está formado por rocas duras del cretáceo. Estos sedimentos de origen aluvial, están constituidos por materiales de espesor y composición granulométrica variable y han dado lugar a las diferentes formas del relieve que además presentan texturas contrastantes y naturaleza variada, desde muy recientes (orillares) hasta antiguos (niveles más altos de terraza), estos últimos con influencia coluvial cerca de las laderas del paisaje montañoso.

Se considera que en el área del proyecto, si bien es cierta la geología marca la presencia superficial de depósitos generalizados aluviales, dada la baja capacidad de arrastre del río Pamplonita, estos sean de carácter fino lo que al presentarse afloramientos de materiales de la formación Guayabo se confundan con los aluviales.

Probablemente el rasgo estructural más marcado del proyecto es el anticlinal del Zulia, el cual da origen a esfuerzos de tracción en las rocas de la formación Guayabo y León, siendo estos materiales los que afloran en el inicio del proyecto.

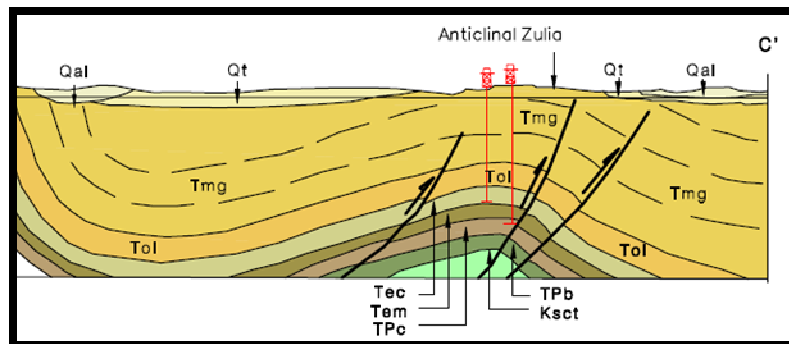
En cuanto a la geología local, hacia el inicio del proyecto se aprecian afloramientos de niveles menos alterados de la formación Guayabo, los cuales constituyen la probable fuente de materiales que se relaciona más adelante. Esta formación también hace presencia en las pequeñas colinas que se aprecian a lo largo del trazado, las cuales alcanzan escasamente los 4 m. No obstante, la presencia de materiales finos en los sectores planos, dejan de manifiesto afloramientos de tipo puntual, los cuales se confunden con los depósitos de terraza (Qt), por ser de régimen lento son de características físicas similares, aunque se les relaciona con menores niveles de resistencia. En las figuras N° 4.1 y 4.2 se muestra la geología local y la sección geológica transversal de la zona del proyecto.

Figura 4.1 Geología Local del Proyecto.



Fuente: Estudios Realizados por MINFRA- (Atlas Geológico de Colombia)

Figura 4.2 Sección Geológica del Proyecto.



Fuente: Estudios Realizados por MINFRA- (Atlas Geológico de Colombia)

## **4.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TRAZADO**

La vía discurre por terrenos predominantemente planos, con vegetación primordial de pastos y cultivos principalmente de arroz. Eventualmente y en forma puntual se presenta pequeñas colinas cuya altura no supera los 5 m.

Los materiales por los cuales discurre la vía corresponden fundamentalmente a depósitos de terraza de patrones de deposición lenta que han dado lugar a materiales arcillosos, limosos y eventualmente de arenas finas. En franjas angostas paralelas a los cuerpos de agua se aprecian materiales de mayor tamaño, predominando las arenas gruesas y las gravas finas a excepción del río Guarumito, donde los depósitos aluviales son de mayor tamaño.

Afloran también en superficie y en pequeños montículos, materiales de la formación Guayabo y de la formación León que consisten en arenas friables de color pardo a gris claro, limolitas, arcillolitas, y arcillas arenosas grises con algunos horizontes de arcillas verdes y abigarradas.

Se puede decir que la subrasante estará conformada en forma predominante por materiales arcillo limosos y arcillo arenosos de consistencia firme, pero altamente susceptible a la presencia de humedad, pudiendo presentar consistencias bajas en aquellos sectores que por efecto de los distritos de riego, permanecen anegados. En términos de CBR se puede relacionar de manera cualitativa, valores intermedios en condiciones de humedad natural y quizás bajos en condiciones de sumergencia. Este hecho tendrá mayor incidencia después del cruce del río Pamplonita donde, por el nivel de inundación de las aguas, será necesario construir terraplenes de alturas que probablemente superarán los 5 m. Posiblemente, las condiciones locales impongan la necesidad de permitir la generación de asentamientos después de construido el terraplén.

## 5 ESTUDIOS DE CAMPO

### 5.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Los rasgos geológicos más importantes del corredor vial se describieron a partir de observaciones realizadas (8 estaciones), en la figura 5.1 se muestra las localizaciones de las estaciones

**Figura 5.1 Localización de las Estaciones Geológicas Realizadas**



Fuente: Elaboración propia

### 5.2 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

Con el fin de conocer los tipos de suelos a lo largo del eje de la vía, se realizaron cuatro apiques en el sector entre el K0+000 y el K0+600 y 5 sondeos preliminares distribuidos a lo largo del corredor vial, desde el k0+600 hasta el K5+670, por el método de percusión con realización del ensayo de penetración estándar (SPT) de forma continua y recuperación de muestras con el toma-muestras partido. Se llevaron hasta la profundidad máxima de 5.50 metros.

La información se ha complementado con los resultados de las perforaciones realizadas para los sitios de ponteadero de los ríos y caños del tramo, llevadas

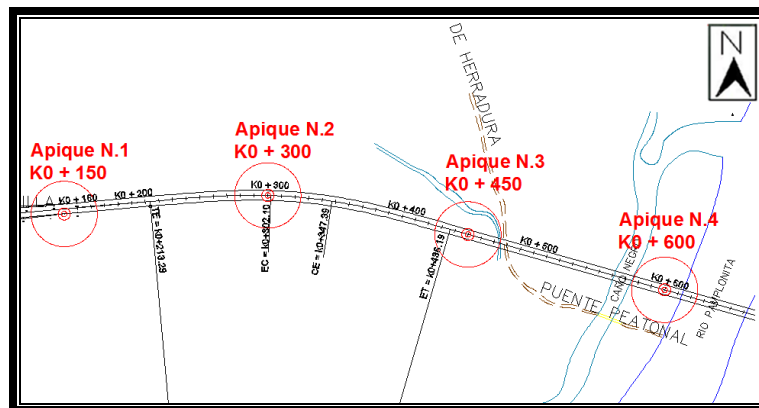
hasta 30 m de profundidad, por métodos de percusión y rotación. Estos sondeos son:

- Sondeo N.1 (Apoyo 1), margen occidental del Caño Negro.
- Sondeo N.4 (Apoyo 4), margen derecha del río Pamplonita.
- Sondeo N.6 (Apoyo occidental) Caño Grande.
- Sondeo N.7 (Apoyo oriental) Caño Grande.

## 5.2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS Y APIQUES

### LOCALIZACIÓN DE LOS APIQUES

Figura 5.2 Localización de los Apiques



Fuente: Elaboración propia.

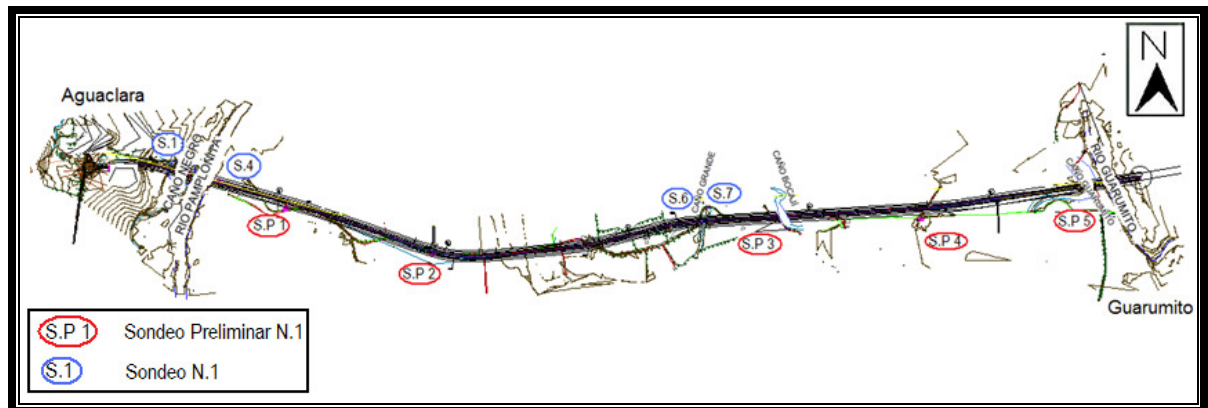
Tabla 5.1 Abscisas de los Apiques

Apique N.	Abscisa	Atura (msnm)	Prof. (m)
1	K0 + 150	90.61	0.0-1.5
2	K0 + 300	82.33	0.0-1.5
3	K0 + 450	75.37	0.0-1.5
4	K0 + 600	73.01	0.0-1.5

Fuente: Elaboración Propia

## LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS

Localización de los sondeos



Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos Preliminares

Tabla 5.2 Localización de los sondeos Preliminares

SONDEO P. N.	ABSCISA	ALTURA (msnm)	Prof. (m)
1	K1+100	75.1	5.0
2	K1+940	74.35	5.0
3	K3+850	73.27	4.5
4	K4+640	74.04	5.5
5	K5+530	74.38	5.5

Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos sobre el Río Pamplonita

Tabla 5.3 Localización de los sondeos sobre el Río Pamplonita

SONDEO N.	ABSCISA	ALTURA (msnm)	Prof. (m)
1	K0+550	74.49	6.0
4	K1+710	74.26	6.0

Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos sobre el Caño Grande

Tabla 5.4 Localización de los sondeos sobre el Caño Grande

SONDEO N.	ABSCISA	ALTURA (msnm)	Prof. (m)
6	K3+430	71.83	6.0
7	K3+450	71.43	6.0

Fuente: Elaboración propia.

## **6 RESULTADOS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 RESULTADOS**

#### **PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

##### **Sector K0+000 al K0+600**

En este sector el perfil está conformado por limos arenosos y arenas limosas de coloración marrón, de consistencia media y baja plasticidad. Se clasifican como ML y SM y constituyen el material de subrasante en este tramo.

##### **Sector K0+600 al K5+690**

El perfil estratigráfico en este tramo está conformado por suelos finos arcillosos y/o limosos, arenas limosas y arcillosas, los cuales se encuentran en el siguiente orden de arriba abajo:

##### **Arcilla arenosa de coloración marrón (CL)**

Aparece superficialmente entre la margen oriental del río Pamplonita y la parte intermedia entre los Sondeos preliminar N.2 y N.3. Se encuentra con espesor variable entre 2.0 y 4.0 metros, es de plasticidad baja a media y su contenido de humedad es medio a alto, en razón a la utilización de los suelos para cultivo de arroz, para lo cual mantienen los suelos inundados. Su consistencia es variable entre media en la parte superior de los sondeos y firme en los sectores más profundos. Los valores de penetración estándar registrados varían entre 6 y 14 golpes por pie de penetración.

##### **Arcilla limosa de color marrón (CL, CL-ML)**

Aparece superficialmente entre la parte intermedia de los Sondeos preliminar N.2 y N.3 y la margen occidental del río Guarumito, con espesores entre 3.0 y 5.0 metros; es de plasticidad media a alta, presenta alto contenido de humedad y

estados de consistencia variables. En el sector correspondiente al sondeo P3, su consistencia es media a muy firme, con valores de resistencia a la penetración medidos entre 9 y 38 golpes. En el sector del Sondeo Preliminar N.4 es de consistencia media y hacia el sondeo P5 es blanda a media.

### **Arena limosa de color gris (SM)**

Subyace a las anteriores y fue detectada hasta profundidades de 20.0 metros en los sondeos más profundos realizados en los sitios de estribos de los puentes de los ríos y caños. Presenta estados de consistencia medios en las partes más superficiales, compactos en las partes medias y muy compactos en profundidad.

### **Arenas arcillosas de color gris (SC)**

Aparece en capas delgadas o lentes algunas veces intercalados con las anteriores. Generalmente son de baja plasticidad y aparecen con consistencias blandas a medias.

## **6.1.1 ANÁLISIS GEOTÉCNICO**

### **CAPACIDAD DE CARGA SUPERFICIAL PARA TERRAPLENES**

#### **Sondeos Preliminares**

Tabla 6.1 Capacidad de Carga para los sondeos Preliminares

<b>SONDEO P. N.</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>Df (m)</b>	<b>Qad(Ton/m<sup>2</sup>)</b>
1	K1+100	0.5	7.25
2	K1+940	1.0	10.88
3	K3+850	1.0	16.73
4	K4+640	0.5	6.42
5	K5+530	3.5	10.78

Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos sobre el Rio Pamplonita

Tabla 6.2 Capacidad de Carga para los sondeos sobre el Rio Pamplonita

SONDEO N.	ABSCISA	Df (m)	Qad(Ton/m2)
1	K0+550	4.5	20.37
4	K1+710	4.5	17.97

Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos sobre el Caño Grande

Tabla 6.3 Capacidad de Carga para los sondeos sobre el Caño Grande

SONDEO N.	ABSCISA	Df (m)	Qad(Ton/m2)
6	K3+430	0.5	13.94
7	K3+450	2.0	19.64

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

Bajo la consideración de saturación de los suelos debajo del terraplén, se ha hecho una estimación de los asentamientos por consolidación bajo la carga del terraplén, tomando un peso específico de 1.8 Ton/m<sup>3</sup>. Estos asentamientos serían los máximos a esperar que ocurran en los suelos bajo el terraplén.

Los resultados de asentamiento para arcillas y arenas de los sondeos ejecutados, se relacionan en las siguientes tablas.

## Sondeos Preliminares

Tabla 6.4 Asentamientos para los sondeos Preliminares

SONDEO P. N.	ABSCISA	Asentamiento (m)	Prof. (m)
1	K1+100	0.12	5.0
2	K1+940	0.29	5.0
3	K3+850	0.44	4.5
4	K4+640	0.31	5.5
5	K5+530	0.32	5.5

Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos sobre el Río Pamplonita

Tabla 6.5 Asentamientos para los sondeos sobre el Río Pamplonita

SONDEO N.	ABSCISA	Asentamiento (m)	Prof. (m)
1	K0+550	0.18	6.0
4	K1+710	0.06	6.0

Fuente: Elaboración propia.

## Sondeos sobre el Caño Grande

Tabla 6.6 Asentamientos para los sondeos sobre el Caño Grande

SONDEO N.	ABSCISA	Asentamiento (m)	Prof. (m)
6	K3+430	0.65	6.0
7	K3+450	0.75	6.0

Fuente: Elaboración propia.

## **6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El desarrollo de los sistemas fluviales existentes en la zona del proyecto se edificó sobre valles o depresiones sinclinales producto de deformación de rocas sedimentarias de edad terciaria; las rocas aflorantes y existentes en el subsuelo corresponden con la formación Guayabo; justamente el proyecto casi en su totalidad, se desarrollará sobre un componente lodoso (principalmente arcilloso de esta formación geológica que típicamente se presenta alterada).

Geomorfológicamente la zona se puede considerar una llanura disectada o arrasada y en proceso de agradación, esto quiere decir que hay múltiple desarrollo de valles fluviales con sus correspondientes llanuras de inundación donde todo ello está en un estadio de solape.

Los valles fluviales tienen idénticas características en general: régimen meándrico, presentan mediana a alta sinuosidad con paulatino desarrollo de meandros desde su crecimiento incipiente hasta la fase de abandono por estrangulamiento o simple acortamiento; son de magnitud moderada y con baja frecuencia lo cual permite clasificar la sinuosidad y estabilidad del canal como del tipo meandros confinados que normalmente se asocia a una textura media de los sedimentos y donde la cantidad de estos es moderada. No se encontraron evidencias de avulsión activa.

En los sitios de ponteadero se están presentando procesos erosivos por la evolución de meandros, estos procesos son más directos e intensos para el proyecto en el río Guarumito, mientras que en el río Pamplonita son cercanos y pueden llegar a influir en el término de años sobre el sitio de pondeo, el cual se localiza en un punto de inflexión del sistema meandroso, por lo cual se puede considerar idónea la localización con relación a la amenaza de erosión.

Desde el punto de vista geotécnico, superficialmente se encuentran suelos fino granulares (arcillas arenosas, limos arenosos y arenas arcillosas y limosas) de plasticidad baja a media con consistencia media baja a firme baja en

profundidades medias de 3.0 metros. Hacia los 5.0 metros de profundidad, se tienen arenas arcillosas y/o limosas de media a alta consistencia. En el sondeo dos aparece a 4.60 metros, en tanto que en el cinco lo hace a 3.75 metros. A partir de esa profundidad se encuentran arenas y gravas algunas veces limosas, otras veces limpias, hasta profundidades superiores a los 20.0 metros.

En razón a la topografía del corredor, la vía deberá ser construida sobre terraplén, cuya altura será variable entre 2.44 y 6.51 metros. Las mayores alturas se producirán en los accesos de los puentes del proyecto y se construirán con taludes 1.5H:1.0V.

La profundidad de cimentación del terraplén varía de acuerdo con la consistencia y capacidad de carga de los suelos y el peso de la estructura a colocar. De acuerdo con esto, en la tabla 5.11 se muestran las profundidades por sectores:

Los asentamientos del terraplén se evaluaron como de tipo inmediato en los suelos granulares y bajo la hipótesis de que ocurra saturación de los suelos arcillosos de cimentación, en cuyo caso constituirán las máximas deformaciones a esperar en la estructura. Esta posibilidad se ha considerado por tratarse de una zona baja y por las prácticas de cultivos en el área. Los valores determinados fluctúan entre 6.0 y 75.0 cm, los más altos se producen en las aproximaciones de los puentes, donde se dan las mayores alturas y mayores espesores de las capas de arcilla.

**Tabla 6.7 Profundidades de Cimentación para la Zona de Terraplenes**

Sector	Longitud (m)	Altura de terraplén (m)	Prof. de cimentación (m)	Peso del terraplén (Ton/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga (Ton/m <sup>2</sup> )
K0+287 al K0+450	163	3.00	0.3	5.40	-
K0+450 al K0+550	100	(3-6.51)	(0.3-4.5)	(5.40-11.72)	20.37
Puente río Pamplonita Apoyo occidental	-	6.51	4.5	11.72	20.37
Puente río Pamplonita Apoyo oriental	-	6.51	4.5	11.72	17.97
K0+710 al K0+905	195	(2.75-6.51)	(0.5-4.5)	(4.95-11.72)	17.97
K0+905 al K1+100	195	2.75	0.5	4.95	7.25
K1+100 al K1+520	420	2.75	0.5	4.95	7.25
K1+420 al K1+940	420	4.06	1.0	7.31	10.88
K1+940 al K2+685	745	4.06	1.0	7.31	10.88
K2+685 al K3+430	745	(3.05-6.07)	(1.0-0.5)	(5.49-10.93)	13.94
Caño Grande Apoyo occidental	-	6.07	0.5	10.93	13.94
Caño Grande Apoyo oriental	-	6.48	2.0	11.66	19.64
K3+450 al K3+650	200	(4.93-6.48)	(2.0-1.0)	(6.03-10.66)	19.64
K3+650 al K3+850	200	4.93	1.0	8.87	16.73
K3+850 al K4+870	20	2.82	1.0	5.08	16.73
Caño Bocaji Apoyo occidental	-	4.83	1.0	8.69	16.73
Caño Bocaji Apoyo oriental	-	4.99	1.0	8.98	16.73
K3+895 al K4+640	745	2.44	0.5	4.39	6.42
K4+640 al K5+085	445	2.44	0.5	4.39	6.42
K5+085 al K5+530	445	3.72	3.5	6.70	7.19
Puente río Guarumito Apoyo occidental	-	3.72	3.5	6.70	7.19

FUENTE: Elaboración Propia

Como fuentes de materiales para la construcción de la vía, se proponen la fuente de “La Jarra” para el material de terraplén y la del Río Zulia como fuente de agregados pétreos las cuales se encuentran muy cercanas al sitio del proyecto.

En la tabla siguiente se presentan las características de las fuentes seleccionadas:

**Tabla 6.8 Información Fuente de Materiales Finalmente Recomendadas**

<b>Fuentes de Materiales</b>	<b>Tipo</b>	<b>Localización</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Distancia al Proyecto</b>
<b>La Jarra</b>	Cantera	A 1.084 m del K0+00 del proyecto	100000	1.5 km Aprox.
<b>Río Zulia</b>	Aluvial	A 43 km del k0+00 del proyecto	240 m <sup>3</sup> /día	43 km Aprox.

Fuente: Elaboración Propia.

Los materiales sobrantes pueden ser dispuestos en el sitio La Cochinilla, ubicado en el K35+100 de la vía Cúcuta – Puerto Santander.

Las estructuras principales como puentes y pontones deben ser cimentados a profundidad mediante pilotes donde se encuentran suelos más competentes y de menor compresibilidad.

## **ANEXOS**

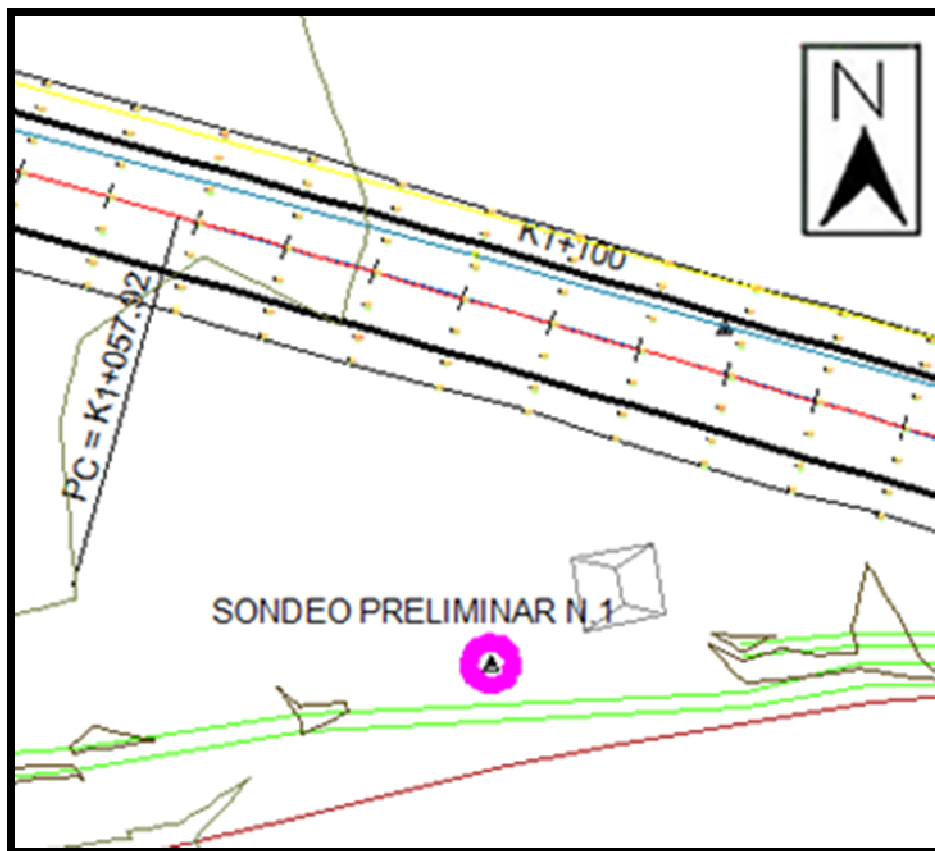
**ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE LAS  
PERFORACIONES**

## SONDEOS PRELIMINARES

### Sondeo Preliminar N.1

Abscisa: K1+100

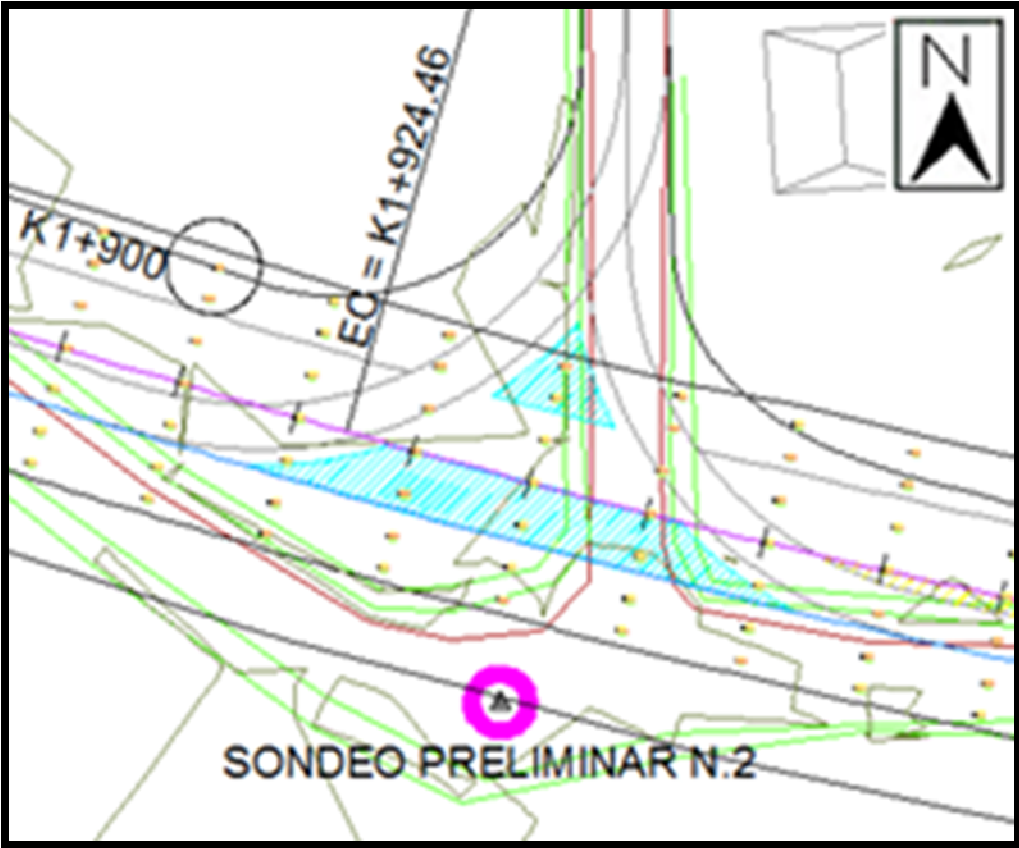
Altura: 72.72m



**Sondeo Preliminar N.2**

Abscisa: K1+940

Altura: 71.98m



**Sondeo Preliminar N.3**

Abscisa: K3+850

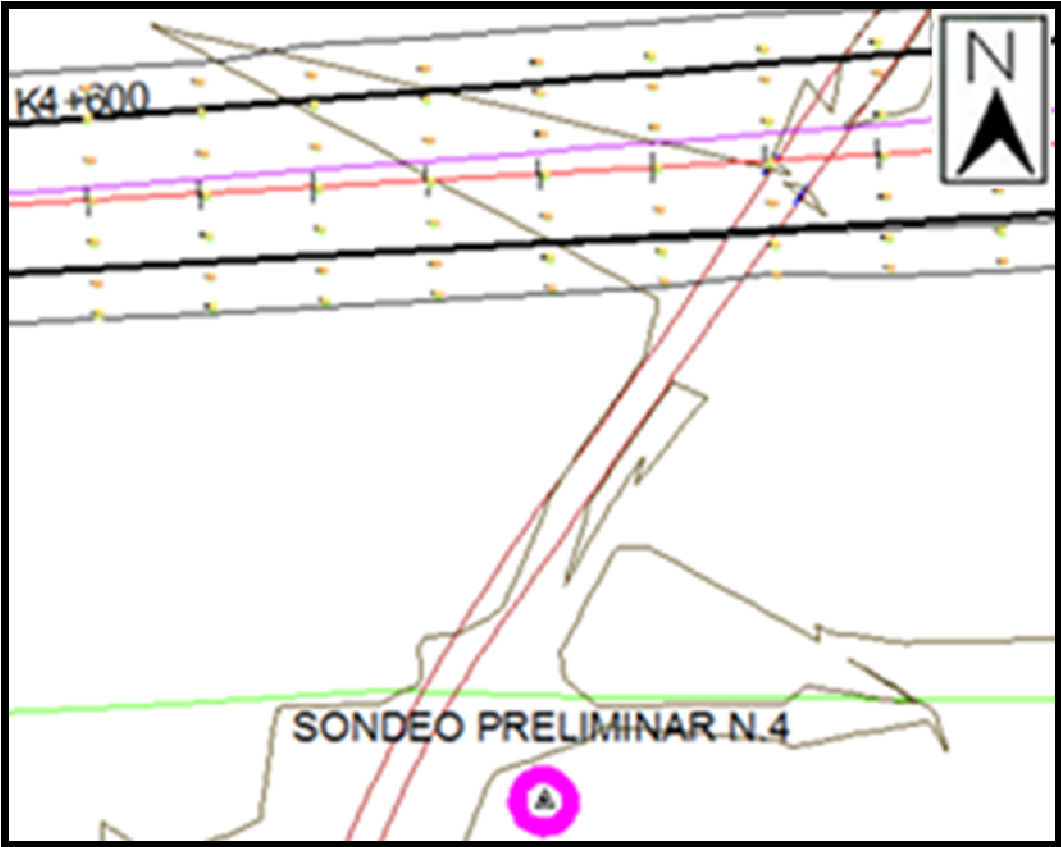
Altura: 70.90m



**Sondeo Preliminar N.4**

Abscisa: K4+640

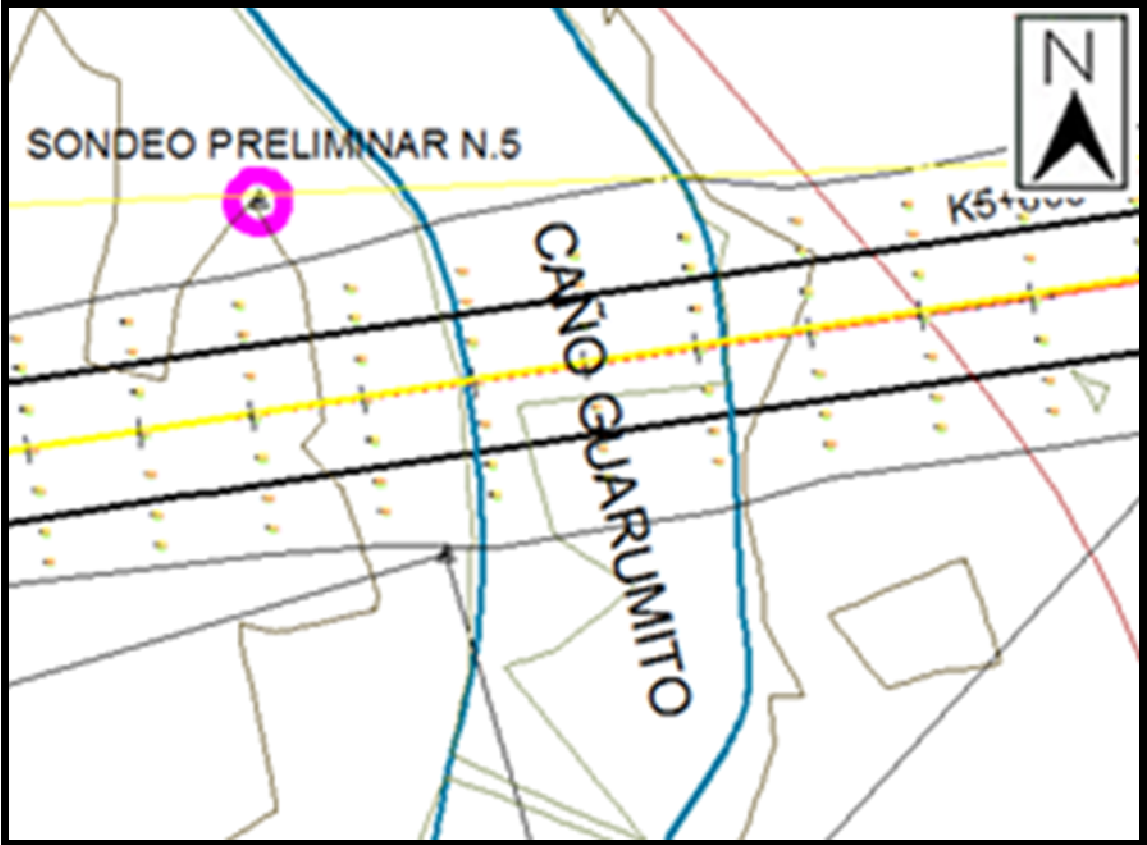
Altura: 71.67m



**Sondeo Preliminar N.5**

Abscisa: K5+530

Altura: 72.00m

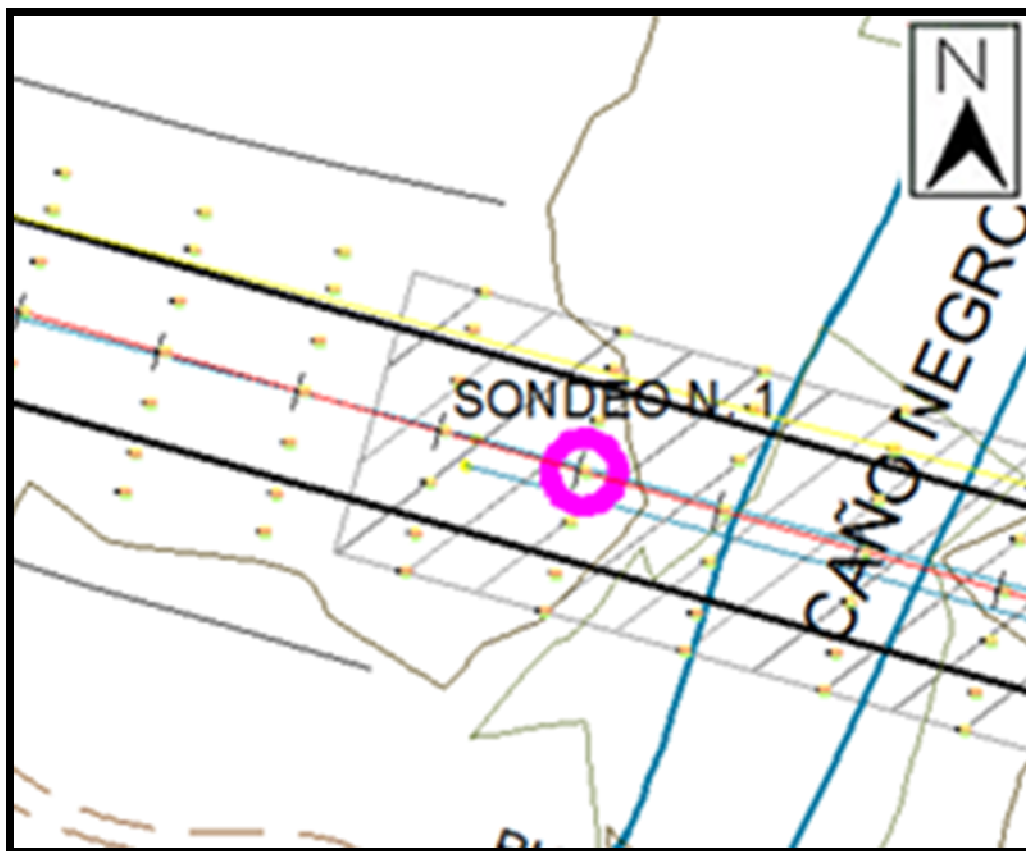


## SONDEOS SOBRE EL RIO PAMPLONITA

### Sondeo N.1

Abscisa: K0+550

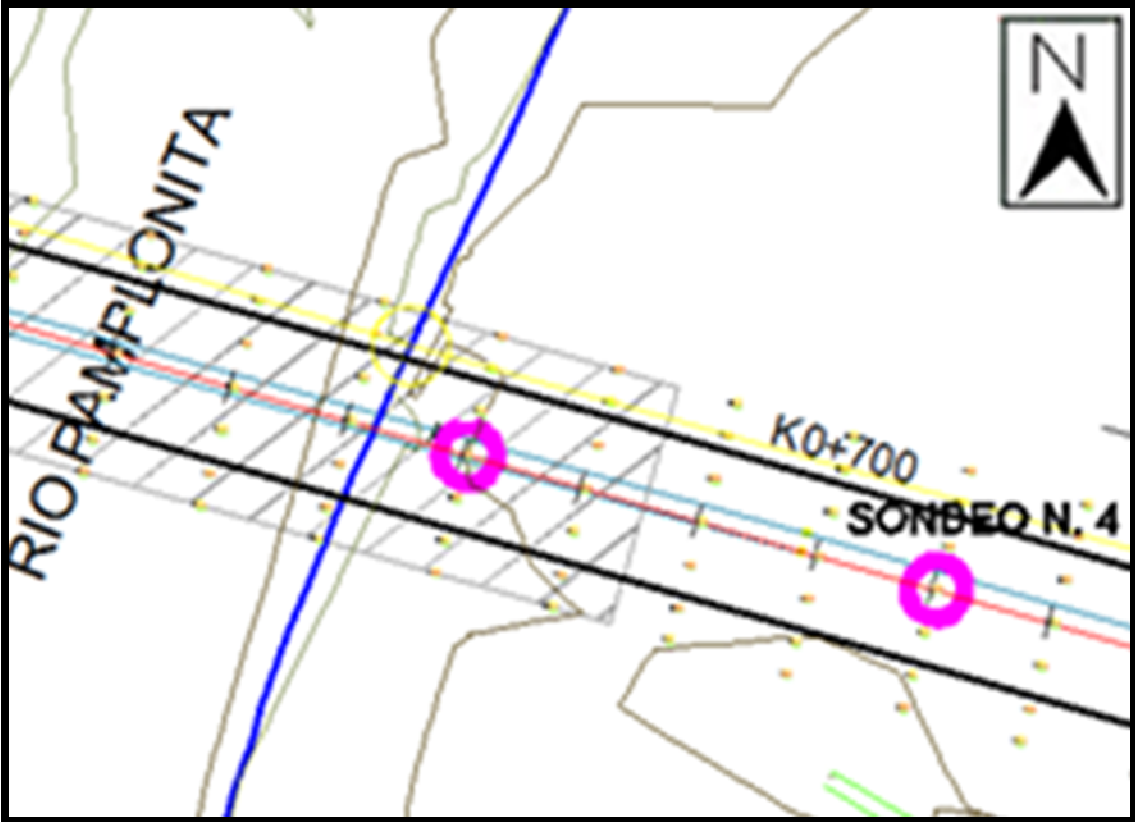
Altura: 72.11m



**Sondeo N.4**

Abscisa: K0+710

Altura: 71.89m

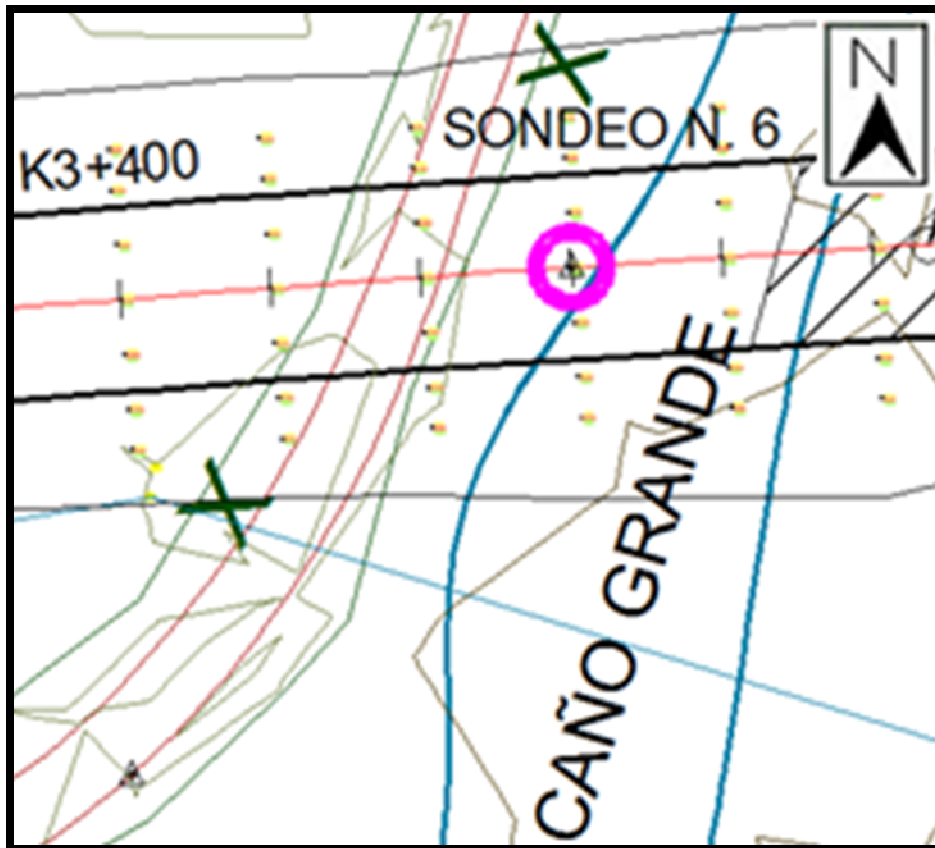


## SONDEOS SOBRE EL CAÑO GRANDE

### Sondeo N.6

Abscisa: K3+430

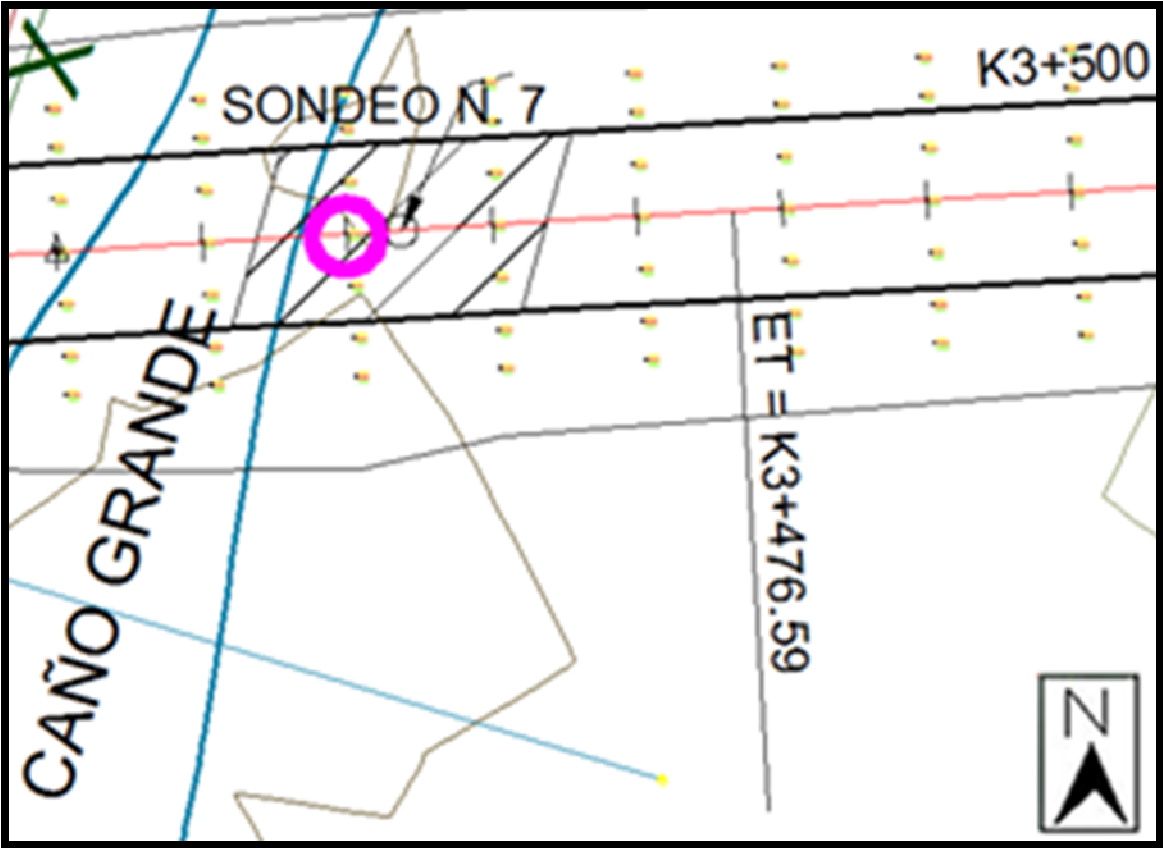
Altura: 69.46m



**Sondeo N.7**

Abscisa: K3+450

Altura: 69.06m



# **REGISTROS DE PERFORACIONES**

## SONDEOS PRELIMINARES

### Sondeo Preliminar N.1 – K1+100



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 1



		ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III										CONVENIO N.º 3616 UIS-INVIAS											
<b>OBJETO DEL SONDEO:</b>		Conocimiento Preliminar para Perfil del Terreno				<b>ELEVACION:</b>				75.10 msnm		<b>DIRECCION:</b>		Vertical									
<b>LOCALIZACION:</b>		Sondeo P. N°1 PK 1+100 Aguaclara - Norte de Santander				<b>FECHA DE INICIO:</b>				07/05/2009		<b>INCLINACION:</b>		0°									
<b>COORDENADAS:</b>		X=1183062.22996186 , Y=1399552.35105199				<b>FECHA DE FIN:</b>				15/07/2009		<b>PROF. TOTAL:</b>		5 m									
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS				SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES				
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superi	Inferior	RECOB %	RQD %	DE SHEL				CAJAS	0-6"	6-12"	12-18"
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	5cm		X															2	3	3	CL	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	5cm		X															5	4	4	CL	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	5cm		X															3	4	3	CL-ML	
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	5cm		X															5	6	6	CL-ML	
2.0-2.5	Arena Limosa	5cm				X													6	7	6	SM	
2.5-3.0	Arena Limosa	5cm				X													6	7	10	SM	
3.0-3.5	Arena Limosa	5cm				X													8	6	8	SM	
3.5-4.0	Arena Limosa	5cm				X													8	9	9	SM	
4.0-4.5	Arena Limosa	5cm								X									9	10	8	SM	
4.5-5.0	Arena Limosa	5cm								X									9	15	16	SM	

Perforador Laboratorio Torres  
 Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro: \_\_\_\_\_  
 SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo Preliminar N.2 – K1+940



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 2



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III CONVENIO N.º 3616 UIS-INVIAS																								
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento Preliminar para Perfil del Terreno					ELEVACION:	74.35 msnm					DIRECCION:	Vertical											
LOCALIZACION:	Sondeo P. Nº2 PK 1+940 Aguaclara - Norte de Santander					FECHA DE INICIO:	06/05/2009					INCLINACION:	0°											
COORDENADAS:	X=1183862.88608183 , Y=1399304.97710629					FECHA DE FIN:	15/07/2009					PROF. TOTAL:	5 m											
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS				SPT			Ide. de la muestr	OBSERVACIONES			
			Blanco	Café	Gris	Marrón	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superf	Inferior	RECOP %	RQD %	DESHEL	CAUSAS	0-6"	6-12"			12-18"		
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	CL	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4	CL	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	5cm			X							-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	6	CL	
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	5cm			X							-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	7	CL	
2.0-2.5	Arcilla Limosa	5cm				X						-	-	-	-	-	-	-	-	6	5	6	CL	
2.5-3.0	Arcilla Limosa	5cm				X						-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	13	CL	
3.0-3.5	Arcilla Limosa	5cm				X						-	-	-	-	-	-	-	-	11	13	13	CL	
3.5-4.0	Arcilla Limosa	5cm				X						-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	19	CL	
4.0-4.5	Arena Limosa	5cm				X						-	-	-	-	-	-	-	-	18	19	23	SM	
4.5-5.0	Arena Arcillosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	-	13	16	20	SC	

Perforador Laboratorio Torres  
 Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: EN ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo Preliminar N.3 – K3+850



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 3



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III CONVENIO N.º 3616 UIS-INVIAS																									
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento Preliminar para Perfil del Terreno				ELEVACION:	73.27 msnm				DIRECCION:	Vertical														
LOCALIZACION:	Sondeo P. N°3 PK 3+850 Aguacalara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	06/05/2009				INCLINACION:	0°														
COORDENADAS:	X=1185753.193, Y=1399505.44				FECHA DE FIN:	15/07/2009				PROF. TOTAL:	4.5 m														
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD					MUESTRAS				Ide. de la muestra	OBSERVACIONES						
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superi	Inferior	RECOB %	RQD %	DE SHEL	CAJAS			SPT					
																		0-5"	6-12"	12-18"					
0.0-0.5	Arcilla Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	5	CL	
0.5-1.0	Arcilla Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	4	CL	
1.0-1.5	Arcilla Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	11	CL	
1.5-2.0	Arcilla Limosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	12	CL	
2.0-2.5	Arcilla Limosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	16	CL	
2.5-3.0	Arcilla Limosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	13	12	CL	
3.0-3.5	Arcilla Limosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	15	14	CL	
3.5-4.0	Arcilla Limosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	17	CL	
4.0-4.5	Arcilla Limosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	16	22	CL	

Perforador Laboratorio Torres  
 Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: EN ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo Preliminar N.4 – K4+640



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 4



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III CONVENIO N.º 3616 UIS-INVIAS																							
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento Preliminar para Perfil del Terreno					ELEVACION:	74.04 msnm					DIRECCION:	Vertical										
LOCALIZACION:	Sondeo P. N°4 PK 4+640 Aguaclara - Norte de Santander					FECHA DE INICIO:	05/05/2009					INCLINACION:	0°										
COORDENADAS:	X=1186543.33505889, Y=1399499.0328915					FECHA DE FIN:	15/07/2009					PROF. TOTAL:	5.5 m										
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS				Ide. de la muestr	OBSERVACIONES					
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superi	Inferior	%	%	DE SHELL			CAJAS	0-6"	6-12"	12-18"	
0.0-0.5	Arcilla Limosa	5cm			X							-	-	-	-	-	-	-	2	4	5	CL	
0.5-1.0	Arcilla Limosa	5cm			X							-	-	-	-	-	-	-	4	3	4	CL	
1.0-1.5	Arcilla Limosa	5cm			X							-	-	-	-	-	-	-	4	4	5	CL	
1.5-2.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	5	4	1	CL	
2.0-2.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	5	2	3	CL	
2.5-3.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	4	5	6	CL	
3.0-3.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	6	7	7	CL	
3.5-4.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X						-	-	-	-	-	-	-	7	7	8	CL	
4.0-4.5	Arcilla Limosa	5cm			X					X		-	-	-	-	-	-	-	3	3	4	CL	
4.5-5.0	Arcilla Limosa	5cm			X					X		-	-	-	-	-	-	-	4	4	9	CL	
5.0-5.5	Arcilla Limosa	5cm			X					X		-	-	-	-	-	-	-	11	15	20	CL	

Perforador Laboratorio Torres  
 Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: EN ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo Preliminar N.5 – K5+530



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 5



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III CONVENIO N.o 3616 UIS-INVIAS																								
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento Preliminar para Perfil del Terreno				ELEVACION:	74.38 msnm				DIRECCION:	Vertical													
LOCALIZACION:	Sondeo P. N°5 PK 5+530 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	05/05/2009				INCLINACION:	0°													
COORDENADAS:	X=1187424.8574062 , Y=1399695.35941849				FECHA DE FIN:	15/07/2009				PROF. TOTAL:	5.5 m													
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS				SPT			Ide. de la muestr	OBSERVACIONES			
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superi	Inferior	REC OB	RQD	DESHEL	CAUS	0-6"	6-12"			12-18"		
0.0-0.5	Arcilla Limosa	5cm			X															8	5	7	CL	
0.5-1.0	Arcilla Limosa	5cm			X															5	5	7	CL	
1.0-1.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X														5	3	3	CL	
1.5-2.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X														1	1	1	CL	
2.0-2.5	Arcilla Limosa	5cm				X														2	2	1	CL	
2.5-3.0	Arcilla Limosa	5cm				X														1	2	3	CL	
3.0-3.5	Arena Arcillosa	5cm			X															4	3	3	SC	
3.5-4.0	Arena Arcillosa	5cm			X															4	3	6	SC	
4.0-4.5	Arena Arcillosa	5cm			X															6	6	6	SC	
4.5-5.0	Arena Limosa	5cm			X															6	7	6	SM	
5.0-5.5	Arena Limosa	5cm			X															7	11	13	SM	

Perforador Laboratorio Torres  
 Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: EN ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

## SONDEOS SOBRE EL RIO PAMPLONITA

### Sondeo N.1 – K0+550



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 6



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																						
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos	ELEVACION:	74.49 msnm					DIRECCION:	Vertical													
LOCALIZACION:	Sondeo N°1 PK 0+550 Aguaclara - Norte de Santander	FECHA DE INICIO:	10/07/2009					INCLINACION:	0°													
COORDENADAS:	X=1182540.23204582 Y=1399740.46635085	FECHA DE FIN:	18/07/2009					PROF. TOTAL:	6.0 m													
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS			SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES				
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Super	Inferior	RECOB %	RQD %				DE SH	0-6"	6-12"	12-18"
0.0-0.5	Arcilla arenosa	5cm		X					X		X			60	-	-	-	2	3	3	CL	
0.5-1.0	Arcilla arenosa	5cm		X					X		X			60	-	-	-	4	3	2	CL	
1.0-1.5	Arcilla arenosa	5cm				X			X		X			70	-	-	-	2	2	3	CL	
1.5-2.0	Arcilla arenosa	5cm				X			X			X		70	-	-	-	2	2	3	CL	
2.0-2.5	Arcilla arenosa	5cm				X				X		X		70	-	-	-	3	3	4	CL	
2.5-3.0	Arcilla arenosa	5cm				X				X		X		70	-	-	-	3	4	4	CL	
3.0-3.5	Arena limosa	5cm				X				X		X		75	-	-	-	5	4	4	SM	
3.5-4.0	Arena limosa	5cm				X				X		X		75	-	-	-	4	4	2	SM	
4.0-4.5	Arena limosa	5cm			X	X					X			70	-	-	-	2	4	5	SM	
4.5-5.0	Arena limosa	5cm			X	X				X				70	-	-	-	8	9	8	SM	Nivel Freatico a los 4.80 mts.
5.0-5.5	Arena limosa	5cm			X	X				X				80	-	-	-	7	9	9	SM	
5.5-6.0	Arena limosa	5cm			X	X				X				80	-	-	-	10	11	10	SM	

Perforador      Laboratorio Torres  
 Supervisor    Ing. Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor        Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo N.4 – K0+710



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 9



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																							
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos			ELEVACION:	74.26 msnm					DIRECCION:	Vertical												
LOCALIZACION:	Sondeo N°4 PK 0+710 Aguaclara - Norte de Santander			FECHA DE INICIO:	01/09/2009					INCLINACION:	0°												
COORDENADAS:	X=1182694.09722127 Y=1399696.58574258			FECHA DE FIN:	11/09/2009					PROF. TOTAL:	6.0 m												
COORDENADAS:	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD						MUESTRAS			SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES			
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superi	Inferior	%	%	%	RECOP				ROD	DE SH	0-6"
0.0-0.5	Limo arenoso	5cm			X	X													4	4	5	ML	
0.5-1.0	Limo arenoso	5cm			X	X													4	4	5	ML	
1.0-1.5	Limo arenoso	5cm			X	X													4	4	5	ML	
1.5-2.0	Limo arenoso	5cm			X	X													4	4	5	ML	
2.0-2.5	Limo arenoso	5cm			X	X													4	4	5	ML	
2.5-3.0	Arena limosa	5cm			X														5	8	12	SM	
3.0-3.5	Arena limosa	5cm			X														5	8	12	SM	
3.5-4.0	Arena bien gradada	5cm			X														2	3	5	SW	
4.0-4.5	Arena bien gradada	5cm			X														2	3	5	SW	
4.5-5.0	Arena limosa mal gradada	5cm			X														7	7	8	SP-SM	
5.0-5.5	Arena limosa mal gradada	5cm			X														7	7	8	SP-SM	
5.5-6.0	Arena limosa mal gradada	5cm			X														7	7	8	SP-SM	Nivel Freatico a los 5.5 mts.

Perforador Laboratorio Torres  
 Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: I ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

## SONDEOS SOBRE EL CAÑO NEGRO

### Sondeo N.6 – K3+430



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 11



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																							
OBJETO DEL SONDEO:		Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos				ELEVACION:				71.83				DIRECCION:		Vertical							
LOCALIZACION:		Sondeo N°6 PK 3+430 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:				09/09/2009				INCLINACION:		0°							
COORDENADAS:		X=1185334.98503 Y=1399484.19534				FECHA DE FIN:				15/09/2009				PROF. TOTAL:		6.0 m							
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD					MUESTRAS			SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES				
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Media	Alta	Superf	Inferior al	RECOB	ROD	DE SH				0-6"	6-12"	12-18"	
0.0-0.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X													5	8	8	CL	
0.5-1.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X													5	8	8	CL	
1.0-1.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X													5	8	8	CL	Nivel Freatico a los
1.5-2.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X													5	8	8	CL	1.10 mts.
2.0-2.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X													5	8	8	CL	
2.5-3.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	6	9	CL	
3.0-3.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	6	9	CL	
3.5-4.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	6	9	CL	
4.0-4.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	6	9	CL	
4.5-5.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	5	8	CL	
5.0-5.5	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	5	8	CL	
5.5-6.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X													4	5	8	CL	

Perforador      Laboratorio Torres  
 Supervisor    Ing. Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor        Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
 SPT: I ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo N.7 – K3+450



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO



REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 12

ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																					
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos			ELEVACION:	71.43					DIRECCION:	Vertical										
LOCALIZACION:	Sondeo N°6 PK 3+430 Aguaclara - Norte de Santander			FECHA DE INICIO:	15/09/2009					INCLINACION:	0°										
COORDENADAS:	X=1185354.94525 Y=1399485.45572			FECHA DE FIN:	21/09/2009					PROF. TOTAL:	6.0 m										
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Cimiento	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD					MUESTRAS			SPT			Ide. de la muestra	OBSERVACIONES
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	Otro	Baja	Media	Alta	Superf	Inferior al	RECOB	ROD	DE SH	0-6"	6-12"	12-18"		
0.0-0.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X												4	4	6	CH	
0.5-1.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X												4	4	6	CH	
1.0-1.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X												4	4	6	CH	
1.5-2.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X												4	4	6	CH	
2.0-2.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X												6	10	12	CL	Nivel Freatico a los 2.30 mts.
2.5-3.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X												6	10	12	CL	
3.0-3.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X												6	10	12	CL	
3.5-4.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X												8	10	12	CL	
4.0-4.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X												8	10	12	CL	
4.5-5.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X												8	10	12	CL	
5.0-5.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X												6	4	3	CL	
5.5-6.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X												6	4	3	CL	

Perforador: Laboratorio Torres  
 Supervisor: Ing. Edward Mauricio Rincon P.  
 Revisor: Ing. Wilfredo del Toro


Taladro:  
 SPT: I ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA  
Y LÍMITES DE ATTERBERG**

# SONDEOS PRELIMINARES

## Sondeo Preliminar N.1 - K1+100

- MUESTRA 1

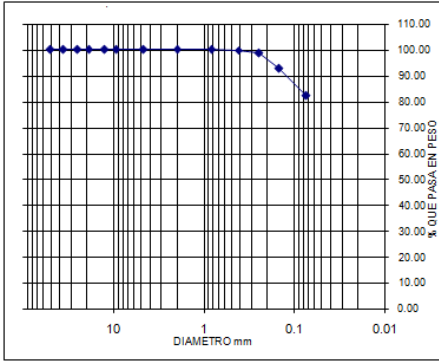


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y**  
**LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126**

**FECHA :** JUNIO 9 2009 **SONDEO P. :** N.1  
**PROYECTO :** Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito **MUESTRA :** 1  
**LOCALIZACION:** Abscisa K1+ 100 **PROFUNDIDAD :** 0.0-1.0 m

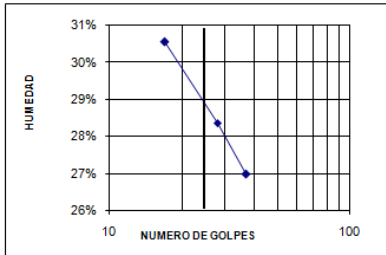
**GRANULOMETRÍA**  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 686.70 PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.10	0.16	0.16	99.84
60	0.25	7.20	1.05	1.21	98.79
100	0.15	40.80	5.94	7.15	92.85
200	0.07	72.00	10.48	17.64	82.36
PASA 200	****	565.60			
SUMA	****	686.70	17.64		
<b>TOTAL</b>		<b>686.70</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
	37	28	17	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	37	28	17	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.34	7.53	7.46	7.13	7.15	-	17.18
T-SUELO HUMEDO (gr)	29.36	28.75	29.08	19.05	17	-	82.52
T-SUELO SECO (gr)	24.68	24.06	24.02	17.15	15.43	-	70.5
PESO AGUA (gr)	4.68	4.69	5.06	1.90	1.57	-	12.02
PESO SUELO SECO (gr)	17.34	16.53	16.56	10.02	8.28	-	53.32
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>26.99%</b>	<b>28.37%</b>	<b>30.56%</b>	<b>18.96%</b>	<b>18.96%</b>	<b>-</b>	<b>22.54%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 17.64 %  
 FINOS= 82.36 %  
  
 LL= 28.80%  
 LP= 18.96%  
 IP= 9.84%  
 V(%)= 22.54%

**CLASIFICACIÓN:**  
**S.U.C.S.:**   
**AASHTO:**

**DESCRIPCIÓN:** (CL) -ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS

VoBo : REVISO:

Ing. Germán García Vera Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Director Escuela de Ingeniería Civil Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

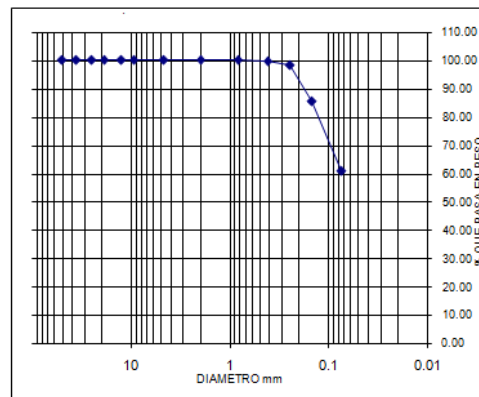
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 100 PROFUNDIDAD : 1.0-2.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 300.00

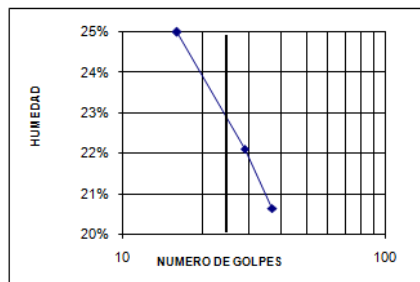
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.60	0.20	0.20	99.80
60	0.25	4.10	1.37	1.57	98.43
100	0.15	38.60	12.87	14.43	85.57
200	0.07	74.30	24.77	39.20	60.80
PASA 200	****	182.40			
SUMA	*****	300.00	39.20		
TOTAL		300.00			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	37	29	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.04	7.1	7.44	-	6.87	7.16	-	17.18
T-SUELO HUMEDO (gr)	32.93	31.56	37.59	-	16.22	16.21	-	82.52
T-SUELO SECO (gr)	28.5	27.13	31.56	-	14.83	14.85	-	70.5
PESO AGUA (gr)	4.43	4.43	6.03	-	1.39	1.36	-	12.02
PESO SUELO SECO (gr)	21.46	20.03	24.12	-	7.96	7.69	-	53.32
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.64%</b>	<b>22.12%</b>	<b>25.00%</b>	-	<b>17.46%</b>	<b>17.69%</b>	-	<b>22.54%</b>



GRAYAS= 0.00 %  
 ARENAS = 39.20 %  
 FINOS= 60.80 %

LL= 22.75%  
 LP= 17.57%  
 IP= 5.18%  
 W(%)= 22.54%

**CLASIFICACIÓN:**

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

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (CL-ML)-ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD GRISACEA

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

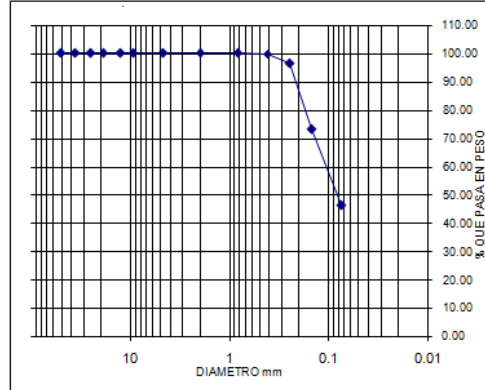
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 100 PROFUNDIDAD : 2.0-3.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 420.70

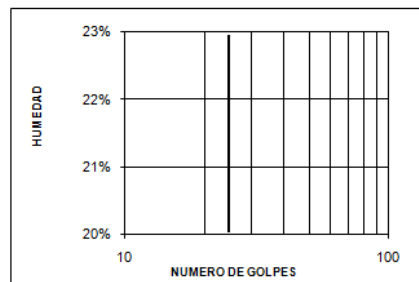
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.50	0.12	0.12	99.88
60	0.25	14.50	3.45	3.57	96.43
100	0.15	97.60	23.20	26.76	73.24
200	0.07	113.90	27.07	53.84	46.16
PASA 200	----	194.20			
SUMA	-----	420.70	53.84		
TOTAL		420.70			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	17.18
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	92.56
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	85.66
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	6.9
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	68.48
<b>HUMEDAD (%)</b>							<b>10.08%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 53.84 %  
 FINOS= 46.16 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 10.08%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.: **SM**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - ARENA LIMOSA COLOR MARRON AMARILLENTO

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

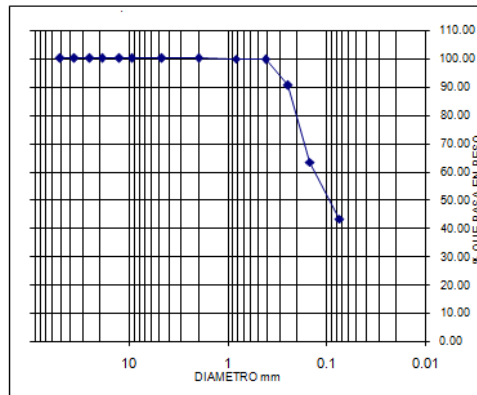
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 100 PROFUNDIDAD : 3.0-4.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 485.00

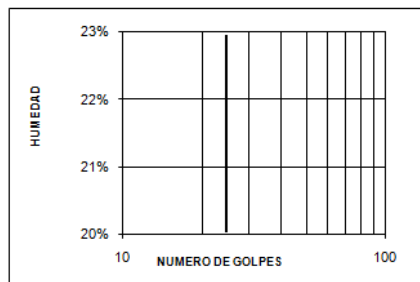
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.60	0.12	0.12	99.88
40	0.42	1.50	0.31	0.43	99.57
60	0.25	44.10	9.09	9.53	90.47
100	0.15	131.50	27.11	36.64	63.36
200	0.07	97.40	20.08	56.72	43.28
PASA 200	*****	209.90			
SUMA	*****	485.00	56.72		
<b>TOTAL</b>		<b>485.00</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	18.18
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	125.5
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	115
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	10.5
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	96.82
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>10.84%</b>



GRAYAS= 0.00 %  
 ARENAS = 56.72 %  
 FINOS= 43.28 %

LL= N-P  
 LP= N-P  
 IP= N-P  
 W(%)= 10.84%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - ARENA LIMOSA COLOR MARRON AMARILLENTO

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

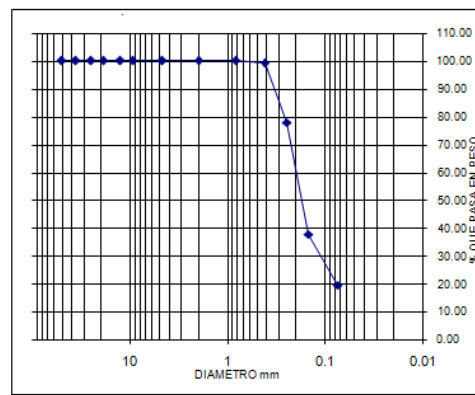
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 100 PROFUNDIDAD : 4.0-4.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 422.70

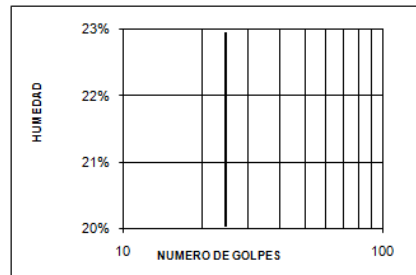
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	3.20	0.76	0.76	99.24
60	0.25	90.10	21.32	22.07	77.93
100	0.15	169.50	40.10	62.17	37.83
200	0.07	77.10	18.24	80.41	19.59
PASA 200	****	82.80			
SUMA	****	422.70	80.41		
<b>TOTAL</b>		<b>422.70</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.25
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	78.89
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	74.23
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	4.66
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	58.98
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>7.90%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 80.41 %  
 FINOS= 19.59 %

LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 7.90%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - ARENA LIMOSA COLOR AMARILLENTA

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

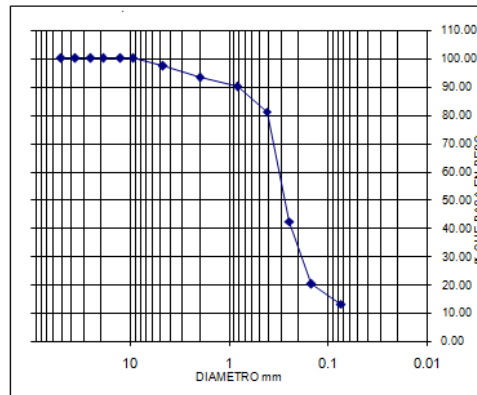
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 6  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 100 PROFUNDIDAD : 4.5-5.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 603.20

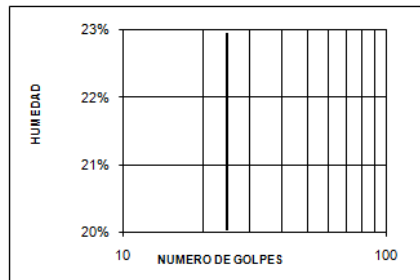
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	▼ RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	15.40	2.55	2.55	97.45
10	2.00	25.40	4.21	6.76	93.24
20	0.84	19.00	3.15	9.91	90.09
40	0.42	54.00	8.95	18.87	81.13
60	0.25	234.00	38.79	57.66	42.34
100	0.15	133.10	22.07	79.72	20.28
200	0.07	42.80	7.10	86.82	13.18
PASA 200	*****	79.50			
SUMA	*****	603.20	86.82		
TOTAL		603.20			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			▼ %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	12.8
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	95.55
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	88.25
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	7.3
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	75.45
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>9.68%</b>



GRAVAS= 2.55 %  
 ARENAS = 84.27 %  
 FINOS= 13.18 %

LL= N-P  
 LP= N-P  
 IP= N-P  
 W(%)= 9.68%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - ARENA LIMOSA COLOR AMARILLENTO

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo Preliminar N.2 - K1+940

- MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

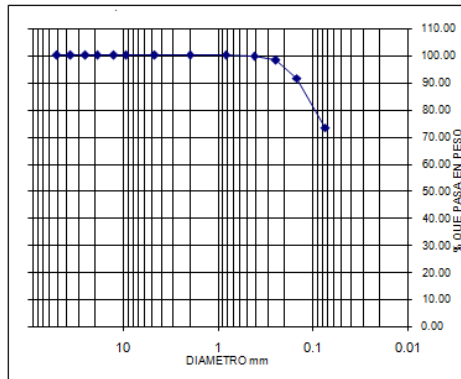
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.2  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacalara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 940 PROFUNDIDAD : 0.0-1.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 350.70

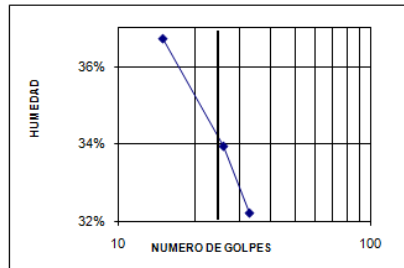
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
****					
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.40	0.40	0.40	99.60
60	0.25	4.20	1.20	1.60	98.40
100	0.15	23.70	6.76	8.35	91.65
200	0.07	64.20	18.31	26.66	73.34
PASA 200	****	257.20			
SUMA	****	350.70	26.66		
TOTAL		350.70			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	33	26	15	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.06	7.5	7.02	-	7.53	7.06	-	7.12
T-SUELO HUMEDO (gr)	30.94	29.8	34.05	-	20.85	18.15	-	74.22
T-SUELO SECO (gr)	25.12	24.15	26.79	-	18.48	16.18	-	64.22
PESO AGUA (gr)	5.82	5.65	7.26	-	2.37	1.97	-	10
PESO SUELO SECO (gr)	18.06	16.65	19.77	-	10.95	9.12	-	57.1
HUMEDAD (%)	32.23%	33.93%	36.72%	-	21.64%	21.60%	-	17.51%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 26.66 %  
 FINOS= 73.34 %  
 LL= 34.30%  
 LP= 21.62%  
 IP= 12.68%  
 W(%)= 17.51%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S:   
 AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - ARCILLA ARENOSA COLOR MARRON GRISACEO

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

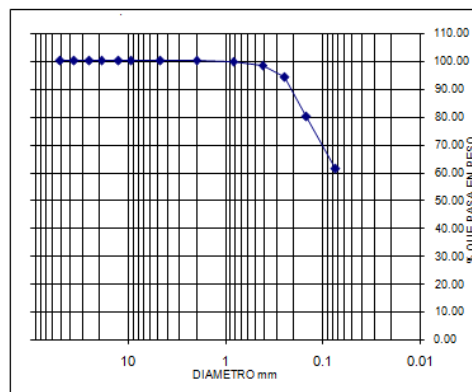
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.2  
 PROYECTO : Estudios Fase II Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 940 PROFUNDIDAD : 1.0-2.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 389.40

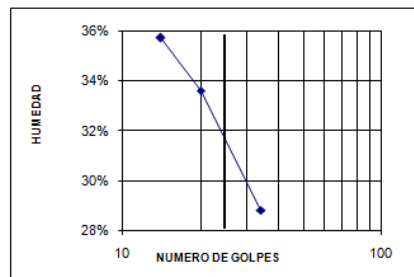
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	1.80	0.46	0.46	99.54
40	0.42	4.30	1.10	1.57	98.43
60	0.25	16.90	4.34	5.91	94.09
100	0.15	55.20	14.18	20.08	79.92
200	0.07	72.80	18.70	38.78	61.22
PASA 200	****	238.40			
SUMA	****	389.40	38.78		
<b>TOTAL</b>		<b>389.40</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	No. GOLPES	34	20	14	-	N.A.	N.A.	
PESO TARA (gr)	7.06	7.3	7.5	-	6.97	7.35	-	6.92
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.26	36.19	39.6	-	19.8	19.24	-	96.66
T-SUELO SECO (gr)	28.95	28.92	31.5	-	17.62	17.24	-	82
PESO AGUA (gr)	6.31	7.27	8.45	-	2.18	2.00	-	14.66
PESO SUELO SECO (gr)	21.89	21.62	23.65	-	10.65	9.89	-	75.08
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>28.83%</b>	<b>33.63%</b>	<b>35.73%</b>	<b>-</b>	<b>20.47%</b>	<b>20.22%</b>	<b>-</b>	<b>19.53%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 38.78 %  
 FINOS= 61.22 %  
  
 LL= 31.80%  
 LP= 20.35%  
 IP= 11.45%  
 W(%)= 19.53%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.s: **CL**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (CL) -ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

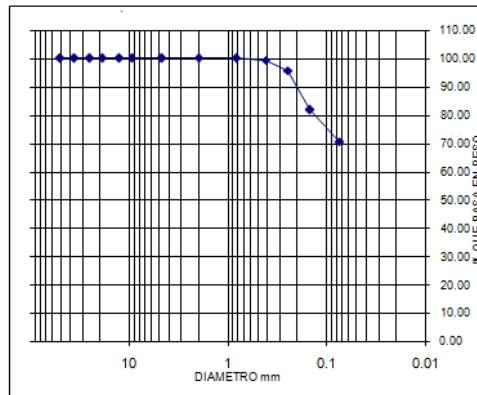
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.2  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 940 PROFUNDIDAD : 2.0-3.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 220.10

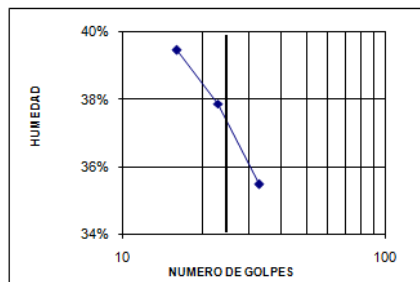
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.10	0.50	0.50	99.50
60	0.25	8.30	3.77	4.27	95.73
100	0.15	30.80	13.99	18.26	81.74
200	0.07	24.30	11.04	29.30	70.70
PASA 200	*****	156.60			
SUMA	*****	220.10	29.30		
TOTAL		220.10			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
	No. GOLPES	23	16	N.A.	N.A.	-	
PESO TARA (gr)	7.01	7.45	7.1	7.36	7.48	-	42
T-SUELO HUMEDO (gr)	33.58	40.76	36.93	16.55	16.08	-	136.5
T-SUELO SECO (gr)	26.62	31.61	28.49	14.88	14.53	-	120.56
PESO AGUA (gr)	6.96	9.15	8.44	1.67	1.55	-	15.94
PESO SUELO SECO (gr)	19.61	24.16	21.39	7.52	7.05	-	78.56
HUMEDAD (%)	35.49%	37.87%	39.46%	22.21%	21.99%		20.29%



GRAYAS= 0.00 %  
 ARENAS = 29.30 %  
 FINOS= 70.70 %

LL= 37.40%  
 LP= 22.10%  
 IP= 15.30%  
 W(%)= 20.28%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - ARCILLA ARENOSA COLOR MARRON GRISACEA

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

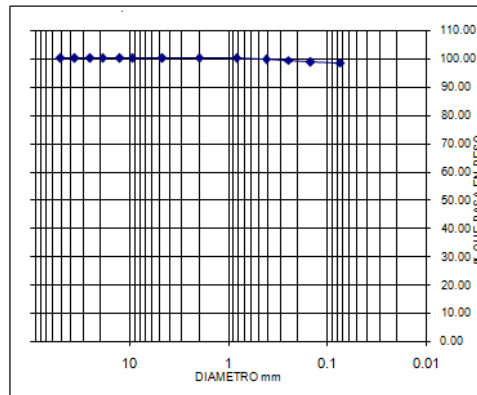
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.2  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 940 PROFUNDIDAD : 3.0-4.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 414.00

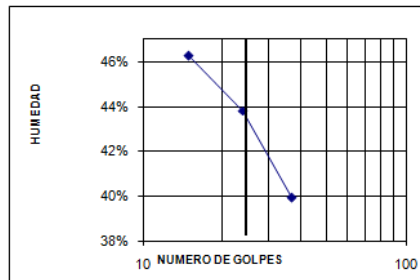
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.00	0.24	0.24	99.76
60	0.25	1.40	0.34	0.58	99.42
100	0.15	2.40	0.58	1.16	98.84
200	0.07	1.30	0.31	1.47	98.53
PASA 200	*****	407.90			
SUMA	*****	414.00	1.47		
TOTAL		414.00			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	No. GOLPES	24	15	-	N.A	N.A	-	
PESO TARA (gr)	7.49	7.41	7.48	-	7	6.93	-	39.5
T-SUELO HUMEDO (gr)	25.04	31.83	33.88	-	16.59	16.95	-	220
T-SUELO SECO (gr)	20.03	24.39	25.53	-	14.82	15.11	-	185
PESO AGUA (gr)	5.01	7.44	8.35	-	1.77	1.84	-	35
PESO SUELO SECO (gr)	12.54	16.98	18.05	-	7.82	8.18	-	145.5
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>39.95%</b>	<b>43.82%</b>	<b>46.26%</b>	-	<b>22.63%</b>	<b>22.49%</b>	-	<b>24.05%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 1.47 %  
 FINOS= 98.53 %

LL= 43.50%  
 LP= 22.56%  
 IP= 20.94%  
 W(%)= 24.05%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

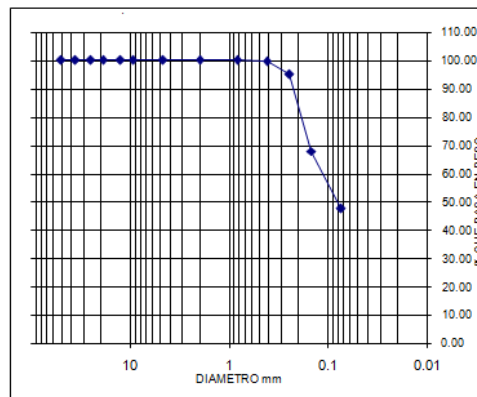
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.2  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 940 PROFUNDIDAD : 4.0-4.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 484.50

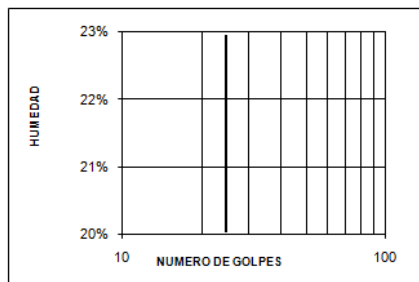
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	2.10	0.43	0.43	99.57
60	0.25	22.10	4.56	4.99	95.01
100	0.15	130.80	27.00	31.99	68.01
200	0.07	98.70	20.37	52.36	47.64
PASA 200	*****	230.80			
SUMA	*****	484.50	52.36		
TOTAL		484.50			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	35.2
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	145.6
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	132.56
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	13.04
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	97.36
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>13.39%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 52.36 %  
 FINOS= 47.64 %

LL= N-P  
 LP= N-P  
 IP= N-P  
 W(%)= 13.39%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - ARENA LIMOSA COLOR MARRON AMARILLENTO

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

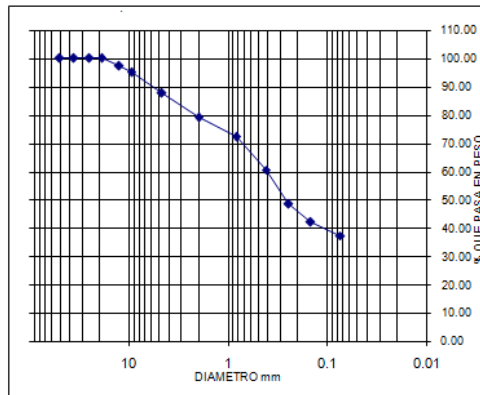
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.2  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaciará -Guaramito MUESTRA : 6  
 LOCALIZACION: Abscisa K1+ 940 PROFUNDIDAD : 4.5-5.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 571.00

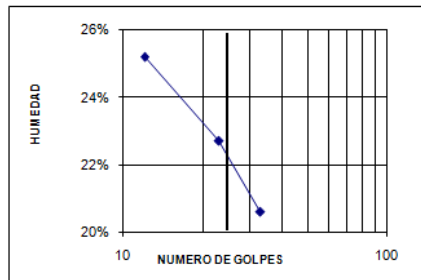
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	∇ RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	15.40	2.70	2.70	97.30
3/8"	9.52	12.50	2.19	4.89	95.11
No 4	4.75	41.30	7.23	12.12	87.88
10	2.00	49.30	8.63	20.75	79.25
20	0.84	40.00	7.01	27.76	72.24
40	0.42	66.40	11.63	39.39	60.61
60	0.25	69.80	12.22	51.61	48.39
100	0.15	34.80	6.09	57.71	42.29
200	0.07	27.80	4.87	62.57	37.43
PASA 200	*****	213.70			
SUMA	*****	571.00	62.57		
TOTAL		571.00			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			∇ %
	33	23	12	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	33	23	12	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.41	7.3	6.84	-	7.19	7.37	-	42
T-SUELO HUMEDO (gr)	28.01	30.15	35.31	-	14.23	15.74	-	98.25
T-SUELO SECO (gr)	24.49	25.92	29.58	-	13.36	14.71	-	92
PESO AGUA (gr)	3.52	4.23	5.73	-	0.87	1.03	-	6.25
PESO SUELO SECO (gr)	17.08	18.62	22.74	-	6.17	7.34	-	50
HUMEDAD (%)	20.61%	22.72%	25.20%	-	14.10%	14.03%	-	12.50%



GRAVAS= 12.12 %  
 ARENAS = 50.46 %  
 FINOS= 37.43 %

LL= 22.30%  
 LP= 14.07%  
 IP= 8.23%  
 V(%)= 12.50%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (SC) - ARENA ARCILOSA COLOR GRIS CON VETAS MARRONES

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo Preliminar N.3 - K3+85

- MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

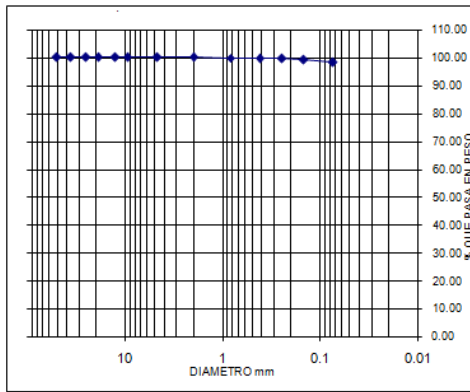
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.3  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+ 850 PROFUNDIDAD : 0.0-1.0 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 329.90

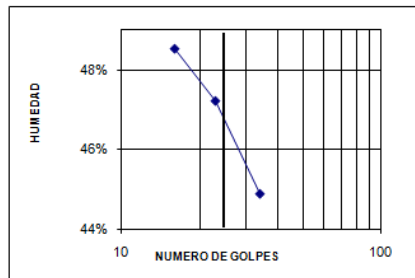
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA	RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.50	0.15	0.15	99.85
40	0.42	0.40	0.12	0.27	99.73
60	0.25	0.60	0.18	0.45	99.55
100	0.15	1.50	0.45	0.91	99.09
200	0.07	2.30	0.70	1.61	98.39
PASA 200	****	324.60			
SUMA	*****	329.90	1.61		
TOTAL		329.90			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	34	23	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.48	7.41	7.01	-	7.31	7.49	-	16.98
T+SUELO HUMEDO (gr)	34.14	36.25	38.6	-	17.21	17.39	-	63.31
T+SUELO SECO (gr)	25.88	27	28.28	-	15.31	15.52	-	57.55
PESO AGUA (gr)	8.26	9.25	10.32	-	1.90	1.87	-	5.76
PESO SUELO SECO (gr)	18.4	19.59	21.27	-	8.00	8.03	-	40.57
HUMEDAD (%)	44.89%	47.22%	48.52%	-	23.75%	23.29%	-	14.20%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 1.61 %  
 FINOS= 98.39 %  
  
 LL= 46.80%  
 LP= 23.52%  
 IP= 23.28%  
 W(%)= 14.20%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S:   
 AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla limosa color gris claro con vetas pardas

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

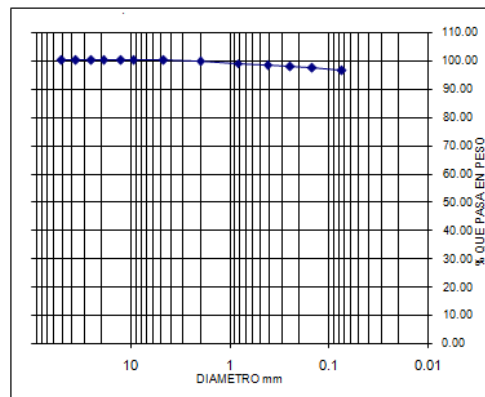
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.3  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+ 850 PROFUNDIDAD : 1.0 - 4.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 659.70

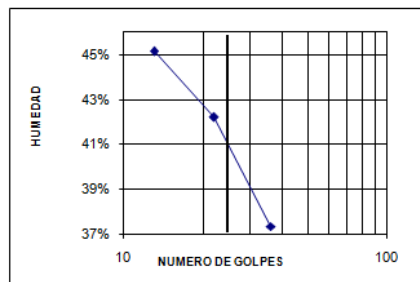
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	2.50	0.38	0.38	99.62
20	0.84	4.00	0.61	0.99	99.01
40	0.42	4.80	0.73	1.71	98.29
60	0.25	3.30	0.50	2.21	97.79
100	0.15	3.50	0.53	2.74	97.26
200	0.07	6.20	0.94	3.68	96.32
PASA 200	*****	635.40			
SUMA	*****	659.70	3.68		
TOTAL		659.70			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
	No. GOLPES	22	13	N.A	N.A	-	
PESO TARA (gr)	7.43	7	7.49	7.18	7.45	-	17.5
T+SUELO HUMEDO (gr)	32.69	32.6	34.4	14.6	15.49	-	117.1
T+SUELO SECO (gr)	25.82	25	26.03	13.46	14.21	-	96.6
PESO AGUA (gr)	6.87	7.6	8.37	1.14	1.28	-	20.5
PESO SUELO SECO (gr)	18.39	18	18.54	6.28	6.76	-	79.1
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>37.36%</b>	<b>42.22%</b>	<b>45.15%</b>	<b>18.15%</b>	<b>18.93%</b>	<b>-</b>	<b>25.92%</b>



GRAYAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.68 %  
 FINOS= 96.32 %

LL= 41.20%  
 LP= 18.54%  
 IP= 22.66%  
 W(%)= 25.92%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL)-Arcilla limosa color gris con vetas marrones

VoBo :


REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo Preliminar N.4 - K4+640

- MUESTRA 1

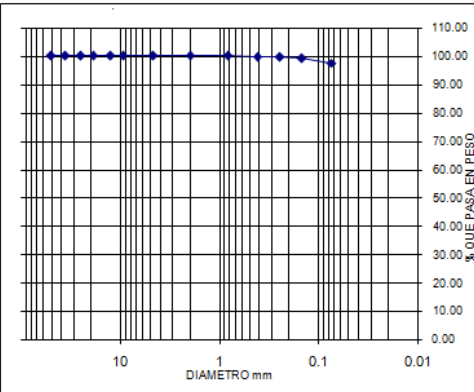


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

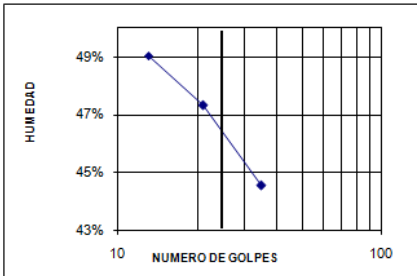
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K4+ 640 PROFUNDIDAD : 0.0-1.0 m

**GRANULOMETRÍA**  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 350.40 PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	RETENIDO gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.00	0.29	0.29	99.71
60	0.25	0.70	0.20	0.49	99.51
100	0.15	1.50	0.43	0.91	99.09
200	0.07	5.40	1.54	2.45	97.55
PASA 200	*****	341.80			
SUMA	*****	350.40	2.45		
TOTAL		350.40			

PESOS		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		W %	
No. GOLPES	35	21	13	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.32	7.41	6.92	-	7.31	7.49	-
T+SUELO HUMEDO (gr)	36.56	35.99	35.85	-	18.12	19.43	-
T+SUELO SECO (gr)	27.55	26.81	26.33	-	16	17.12	-
PESO AGUA (gr)	9.01	9.18	9.52	-	2.12	2.31	-
PESO SUELO SECO (gr)	20.23	19.4	19.41	-	8.69	9.63	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>44.54%</b>	<b>47.32%</b>	<b>49.05%</b>	-	<b>24.40%</b>	<b>23.99%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 2.45 %  
 FINOS= 97.55 %

LL= 46.50%  
 LP= 24.18%  
 IP= 22.31%  
 W(%)= 23.27%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S:   
 AASHTO:

**DESCRIPCIÓN:** (CL) - ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS

VoBo : REVISO:

Ing. Germán García Vera Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Director Escuela de Ingeniería Civil Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

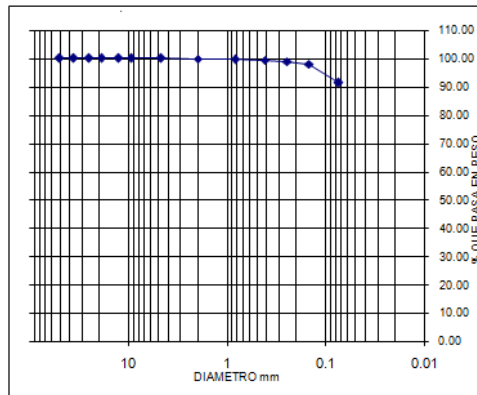
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K4+ 640 PROFUNDIDAD : 1.0-4.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 851.50

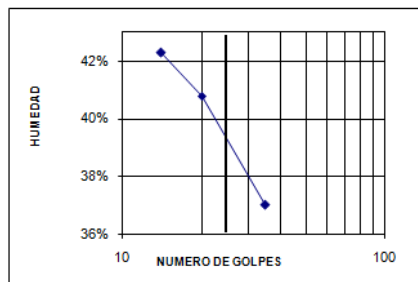
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.70	0.08	0.08	99.92
20	0.84	1.60	0.19	0.27	99.73
40	0.42	2.40	0.28	0.55	99.45
60	0.25	3.50	0.41	0.96	99.04
100	0.15	8.80	1.03	2.00	98.00
200	0.07	55.20	6.48	8.48	91.52
PASA 200	*****	779.30			
SUMA	*****	851.50	8.48		
TOTAL		851.50			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	35	20	14	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	35	20	14	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.51	7.1	6.84	-	7.48	7.04	-	35.4
T-SUELO HUMEDO (gr)	36.46	37.51	34.13	-	16.81	16.97	-	179.32
T-SUELO SECO (gr)	28.64	28.7	26.02	-	15.32	15.39	-	150.97
PESO AGUA (gr)	7.82	8.81	8.11	-	1.49	1.58	-	28.35
PESO SUELO SECO (gr)	21.13	21.6	19.18	-	7.84	8.35	-	115.57
HUMEDAD (%)	37.01%	40.79%	42.28%	-	19.01%	18.92%	-	24.53%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 8.48 %  
 FINOS= 91.52 %

LL= 39.50%  
 LP= 18.96%  
 IP= 20.54%  
 W(%)= 24.53%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL)-ARCILLA LIMOSA COLOR MARRON GRSACEO

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

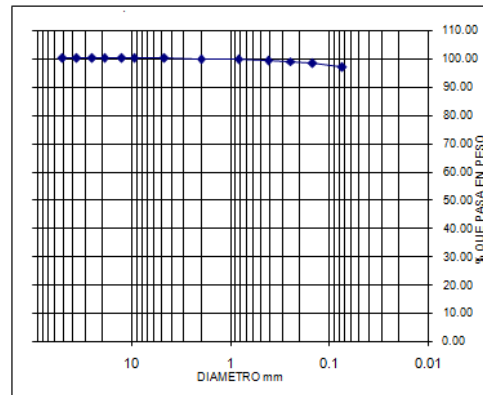
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K4+ 640 PROFUNDIDAD : 4.5-5.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 458.70

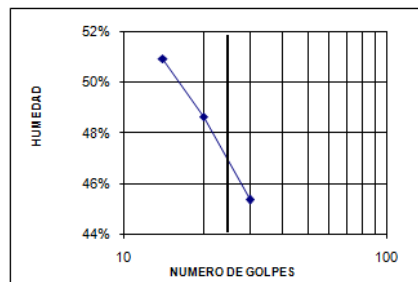
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	∅ RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.00	0.22	0.22	99.78
20	0.84	0.70	0.15	0.37	99.63
40	0.42	1.30	0.28	0.65	99.35
60	0.25	1.80	0.39	1.05	98.95
100	0.15	3.30	0.72	1.77	98.23
200	0.07	6.70	1.46	3.23	96.77
PASA 200	****	443.90			
SUMA	*****	458.70	3.23		
TOTAL		458.70			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	30	20	14	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	30	20	14	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	6.91	7.53	7.38	-	7.35	7.31	-	41.31
T-SUELO HUMEDO (gr)	33.95	33.5	36.83	-	16.55	16.99	-	133.38
T-SUELO SECO (gr)	25.51	25	26.89	-	14.98	15.35	-	116.83
PESO AGUA (gr)	8.44	8.5	9.94	-	1.57	1.64	-	16.55
PESO SUELO SECO (gr)	18.6	17.47	19.51	-	7.63	8.04	-	75.52
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>45.38%</b>	<b>48.65%</b>	<b>50.95%</b>	-	<b>20.58%</b>	<b>20.40%</b>	-	<b>21.91%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.23 %  
 FINOS= 96.77 %

LL= 46.80%  
 LP= 20.49%  
 IP= 26.31%  
 W(%)= 21.91%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.:   
 AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - ARCILLA LIMOSA COLOR AMRILLA CON VETAS GRISES

VoBo:


REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo Preliminar N.5 - K5+530

- MUESTRA 1



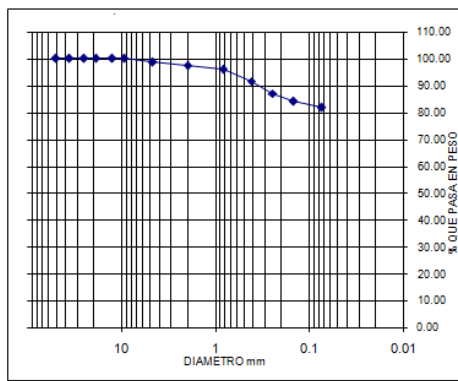
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.5  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K5+ 530 PROFUNDIDAD : 0.0-1.0 m

**GRANULOMETRÍA**

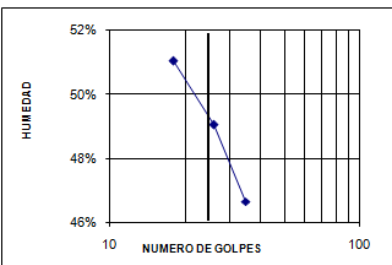
PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 350.80 PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	4.30	1.23	1.23	98.77
10	2.00	5.10	1.45	2.68	97.32
20	0.84	5.00	1.43	4.10	95.90
40	0.42	14.80	4.22	8.32	91.68
60	0.25	15.90	4.53	12.86	87.14
100	0.15	10.60	3.02	15.88	84.12
200	0.07	7.90	2.25	18.13	81.87
PASA 200	****	237.20			
SUMA	*****	350.80	18.13		
<b>TOTAL</b>		<b>350.80</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	35	26	18	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	35	26	18	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.46	7.41	7.15	-	6.93	7	-	42
T-SUELO HUMEDO (gr)	27.64	36.19	30.85	-	16.87	14.78	-	130.55
T-SUELO SECO (gr)	21.22	26.72	22.84	-	15.08	13.39	-	115.2
PESO AGUA (gr)	6.42	9.47	8.01	-	1.79	1.39	-	15.35
PESO SUELO SECO (gr)	13.76	19.31	15.69	-	8.15	6.39	-	73.2
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>46.66%</b>	<b>49.04%</b>	<b>51.05%</b>	-	<b>21.96%</b>	<b>21.75%</b>	-	<b>20.97%</b>



GRAVAS= 1.23 %  
 ARENAS= 16.90 %  
 FINOS= 81.87 %

LL= 49.40%  
 LP= 21.88%  
 IP= 27.54%  
 w(%)= 20.97%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S:   
 AASHTO:

**DESCRIPCIÓN:** (CL) - ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS

VoBo :
REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

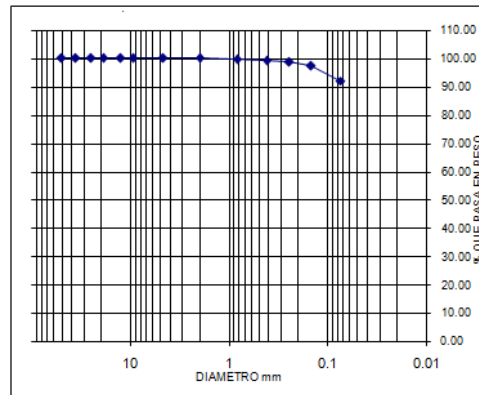
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.5  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K5+ 530 PROFUNDIDAD : 1.0-2.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 272.50

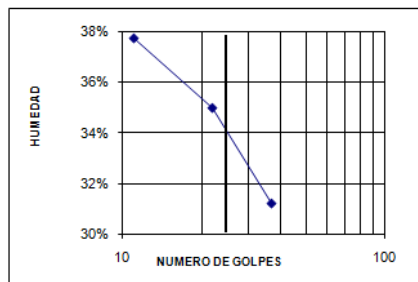
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	∅ RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.70	0.26	0.26	99.74
40	0.42	1.20	0.44	0.70	99.30
60	0.25	1.80	0.66	1.36	98.64
100	0.15	3.40	1.25	2.61	97.39
200	0.07	14.30	5.25	7.85	92.15
PASA 200	*****	251.10			
SUMA	*****	272.50	7.85		
TOTAL		272.50			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			∅ %
	37	22	11	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	37	22	11	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	6.87	7.13	7.16	-	7.35	6.97	-	36.5
T+SUELO HUMEDO (gr)	33.32	30.44	37.37	-	14.85	16.38	-	250.2
T+SUELO SECO (gr)	27.03	24.4	29.09	-	13.78	15.07	-	220.2
PESO AGUA (gr)	6.29	6.04	8.28	-	1.07	1.31	-	30
PESO SUELO SECO (gr)	20.16	17.27	21.93	-	6.43	8.10	-	183.7
HUMEDAD (%)	31.20%	34.97%	37.76%	-	16.64%	16.17%	-	16.33%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 7.85 %  
 FINOS= 92.15 %

LL= 34.30%  
 LP= 16.41%  
 IP= 17.89%  
 w(%)= 16.33%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL)-ARCILLA LIMOSA COLOR MARRON GRISACEA

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

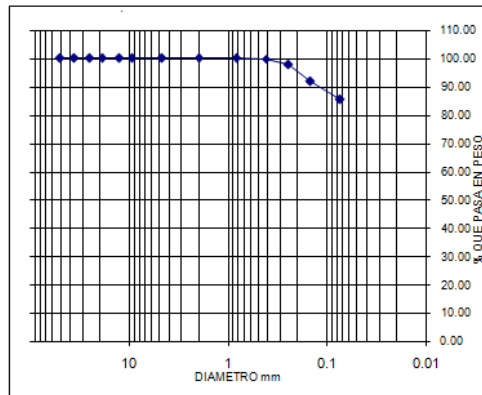
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.5  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacilara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K5+ 530 PROFUNDIDAD : 2.0-3.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 480.30

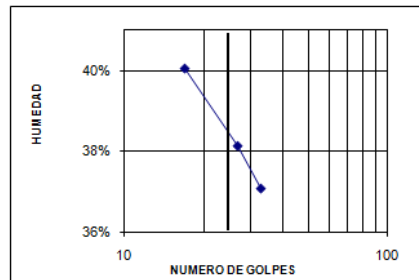
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.60	0.12	0.12	99.88
60	0.25	9.40	1.96	2.08	97.92
100	0.15	28.90	6.02	8.10	91.90
200	0.07	30.50	6.35	14.45	85.55
PASA 200	*****	410.90			
SUMA	*****	480.30	14.45		
<b>TOTAL</b>		<b>480.30</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLFES	33	27	17	-	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	7.48	7.25	7.35	-	7.08	7.96
T-SUELO HUMEDO (gr)	30.07	35	35.68	-	15.15	17.37
T-SUELO SECO (gr)	23.96	27.34	27.58	-	13.85	15.78
PESO AGUA (gr)	6.11	7.66	8.1	-	1.30	1.59
PESO SUELO SECO (gr)	16.48	20.09	20.23	-	6.77	7.82
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>37.08%</b>	<b>38.13%</b>	<b>40.04%</b>	-	<b>19.20%</b>	<b>20.33%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 14.45 %  
 FINOS= 85.55 %

LL= 38.50%  
 LP= 19.77%  
 IP= 18.73%  
 W(%)= 15.11%

CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - ARCILLA LIMOSA COLOR MARRON

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

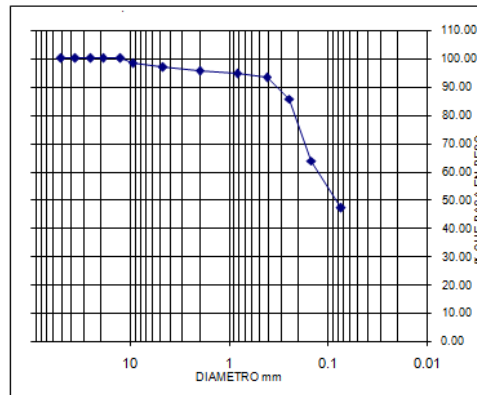
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.5  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K5+ 530 PROFUNDIDAD : 3.0-4.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 431.00

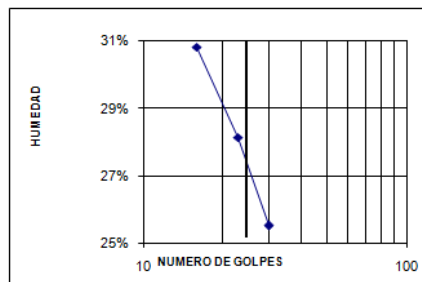
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	6.90	1.60	1.60	98.40
No 4	4.75	6.00	1.39	2.99	97.01
10	2.00	6.40	1.48	4.48	95.52
20	0.84	3.30	0.77	5.24	94.76
40	0.42	6.70	1.55	6.80	93.20
60	0.25	32.00	7.42	14.22	85.78
100	0.15	94.70	21.97	36.19	63.81
200	0.07	71.20	16.52	52.71	47.29
PASA 200	*****	203.80			
SUMA	*****	431.00	52.71		
<b>TOTAL</b>		<b>431.00</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	30	23	16	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	30	23	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.32	7.53	7.07	-	7.2	7.08	-	36.5
T-SUELO HUMEDO (gr)	29.99	31.34	34.65	-	16.55	17.57	-	220.2
T-SUELO SECO (gr)	25.38	26.11	28.15	-	15.27	16.13	-	199.2
PESO AGUA (gr)	4.61	5.23	6.5	-	1.28	1.44	-	21
PESO SUELO SECO (gr)	18.06	18.58	21.08	-	8.07	9.05	-	162.7
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>25.53%</b>	<b>28.15%</b>	<b>30.83%</b>	<b>-</b>	<b>15.86%</b>	<b>15.91%</b>	<b>-</b>	<b>12.91%</b>



GRAVAS= 2.99 %  
 ARENAS = 49.72 %  
 FINOS= 47.29 %

LL= 27.40%  
 LP= 15.89%  
 IP= 11.51%  
 W(%)= 12.91%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (SC) - ARENA ARCILLOSA COLOR GRIS

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

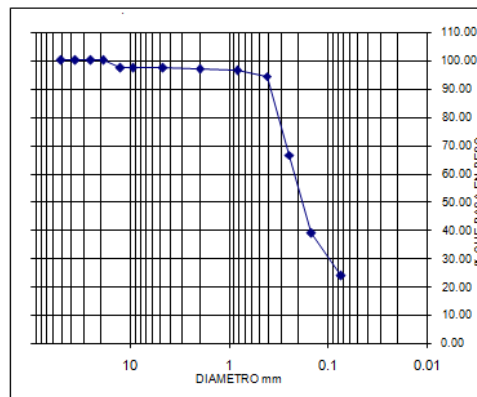
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO P. : N.5  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K5+ 530 PROFUNDIDAD : 4.0-4.5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 586.70

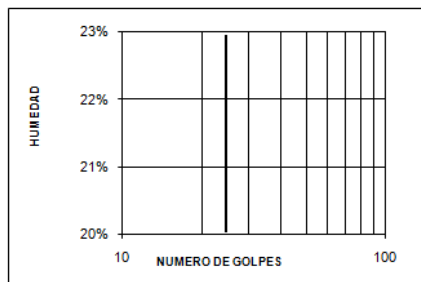
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): -

MALLA No	ABERTURA mm	▼ RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	16.30	2.78	2.78	97.22
3/8"	9.52	0.00	0.00	2.78	97.22
No 4	4.75	0.00	0.00	2.78	97.22
10	2.00	2.40	0.41	3.19	96.81
20	0.84	2.20	0.37	3.56	96.44
40	0.42	11.60	1.98	5.54	94.46
60	0.25	163.50	27.87	33.41	66.59
100	0.15	162.40	27.68	61.09	38.91
200	0.07	87.40	14.90	75.98	24.02
PASA 200	*****	140.90			
SUMA	*****	586.70	75.98		
<b>TOTAL</b>		<b>586.70</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			▼ %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	35.6
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	117
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	110
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	7
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	74.4
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>9.41%</b>



GRAVAS= 2.78 %  
 ARENAS= 73.21 %  
 FINOS= 24.02 %

LL= NP  
 LP= N-P  
 IP= N-P  
 W(%)= 9.41%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - ARENA LIMOSA COLOR GRIS

VoBo:

REVISO:


Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# SONDEOS SOBRE EL RIO PAMPLONITA

## Sondeo N.1 – K0+550

- MUESTRA 1

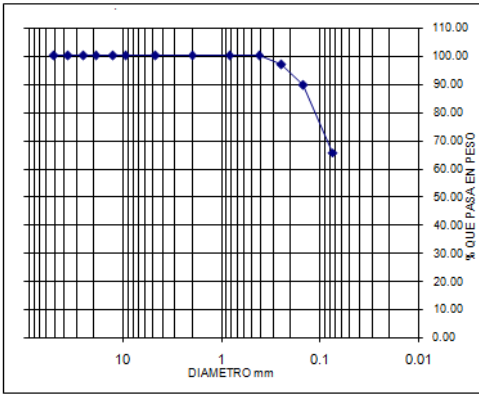


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

FECHA : AGOSTO 12 DE 2009 SONDEO : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacalara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 550 PROFUNDIDAD : 0.0-1.0 m

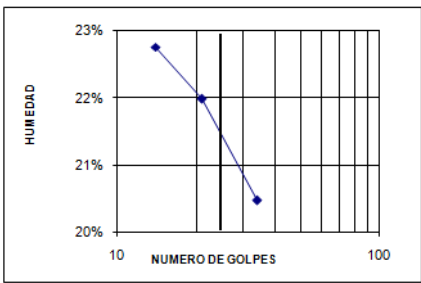
**GRANULOMETRÍA**  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 205.5 PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 73.80

MALLA No	ABERTURA	▼ RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.25	6.30	3.07	3.07	96.93
100	0.15	15.20	7.40	10.46	89.54
200	0.07	49.20	23.94	34.40	65.60
PASA 200	----	134.80			
SUMA	-----	205.50	34.40		
<b>TOTAL</b>		<b>205.50</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		▼ %
No. GOLPES	34	21	14	N.A	N.A	N.A
PESO TAPA (gr)	7.01	7.22	6.99	-	7.16	7.38
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.66	35.52	33.96	-	22.07	22.03
T-SUELO SECO (gr)	30.79	30.42	28.96	-	19.65	19.72
PESO AGUA (gr)	4.87	5.1	5	-	2.42	2.31
PESO SUELO SECO (gr)	23.78	23.2	21.97	-	12.49	12.34
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.48%</b>	<b>21.98%</b>	<b>22.76%</b>	-	<b>19.38%</b>	<b>18.72%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 34.40 %  
 FINOS= 65.60 %

LL= 21.05%  
 LP= 19.05%  
 IP= 2.00%  
 W(%)= 10.15%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S:   
 AASHTO

**DESCRIPCIÓN:**  
 VoBo: CL- Arcilla arenosa

Ing. Germán García Vera  
Director Escuela de Ingeniería Civil
Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

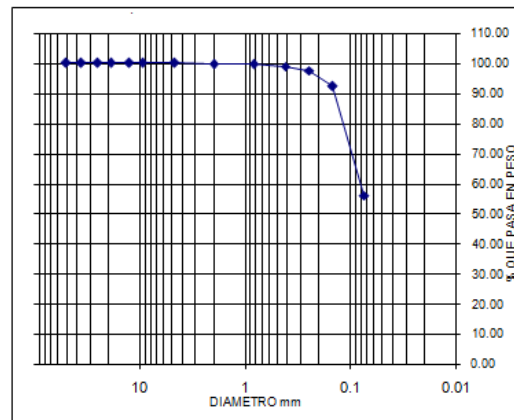
FECHA : AGOSTO 12 DE 2009 SONDEO : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 550 PROFUNDIDAD : 1.0-3.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 823.4

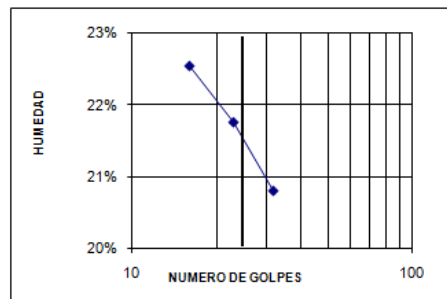
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 375.40

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.80	0.22	0.22	99.78
20	0.84	1.00	0.12	0.34	99.66
40	0.42	6.00	0.73	1.07	98.93
60	0.25	10.30	1.32	2.39	97.61
100	0.15	42.60	5.17	7.57	92.43
200	0.07	299.60	36.39	43.95	56.05
PASA 200	****	461.50			
SUMA	****	823.40	43.95		
TOTAL		823.40			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	32	23	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	6.99	6.85	7.11	-	7.16	7.38	-	7
T-SUELO HUMEDO (gr)	33.88	34.55	31.47	-	22.07	22.03	-	72
T-SUELO SECO (gr)	29.25	29.6	26.99	-	19.65	19.72	-	63
PESO AGUA (gr)	4.63	4.95	4.48	-	2.42	2.31	-	9
PESO SUELO SECO (gr)	22.26	22.75	19.88	-	12.49	12.34	-	56
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.80%</b>	<b>21.76%</b>	<b>22.54%</b>	-	<b>19.38%</b>	<b>18.72%</b>	-	<b>16.07%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS : 43.95 %  
 FINOS= 56.05 %  
  
 LL= 21.70%  
 LP= 19.05%  
 IP= 2.65%  
 V(%)= 16.07%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

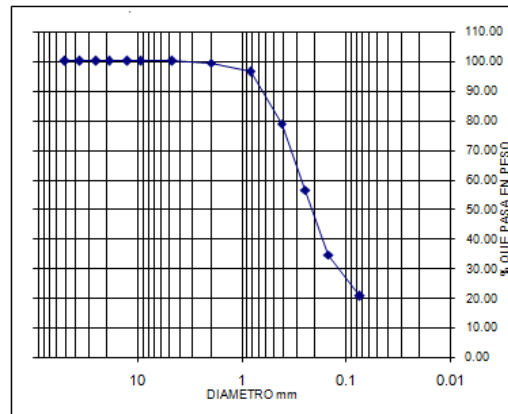
FECHA : AGOSTO 12 DE 2009 SONDEO : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 550 PROFUNDIDAD : 3.0-4.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 308.5

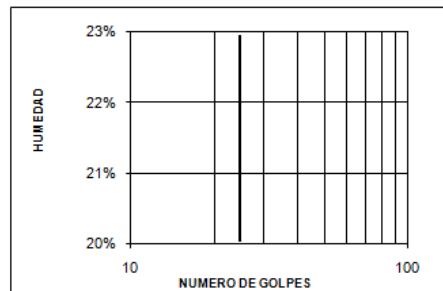
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 247.30

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	2.00	0.65	0.65	99.35
20	0.84	8.60	2.79	3.44	96.56
40	0.42	54.60	17.70	21.13	78.87
60	0.25	69.00	22.37	43.50	56.50
100	0.15	67.70	21.94	65.45	34.55
200	0.07	42.40	13.74	79.19	20.81
PASA 200	*****	64.20			
SUMA	*****	308.50	79.19		
TOTAL		308.50			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	6.8
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	57.5
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	49.7
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	7.8
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	42.9
HUMEDAD (%)							18.18%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 79.19 %  
 FINOS= 20.81 %  
 LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 18.18%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: SM - Arena limosa

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

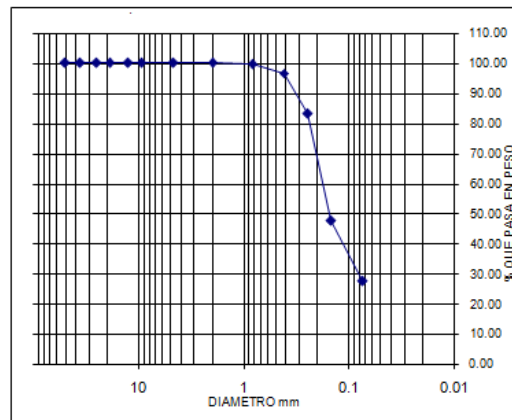
FECHA : AGOSTO 12 DE 2009 SONDEO : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 550 PROFUNDIDAD : 4.0-5.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 963.4

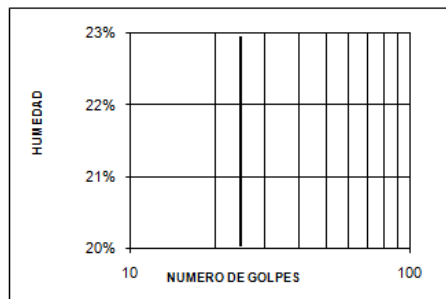
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 717.40

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	3.20	0.33	0.33	99.67
40	0.42	29.20	3.03	3.36	96.64
60	0.25	128.30	13.32	16.68	83.32
100	0.15	344.50	35.76	52.44	47.56
200	0.07	192.50	19.98	72.42	27.58
PASA 200	****	265.70			
SUMA	****	963.40	72.42		
TOTAL		963.40			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	75.5
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	64.7
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	10.8
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	57.5
HUMEDAD (%)									18.78%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 72.42 %  
 FINOS= 27.58 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 18.78%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s: **SM**

AASHTO: **-**

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: **SM - Arena limosa**

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

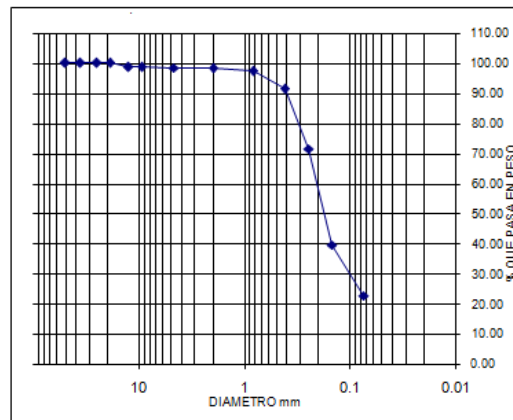
FECHA : AGOSTO 12 DE 2009 SONDEO : N.1  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 550 PROFUNDIDAD : 5.0 - 7.0 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 1032.5

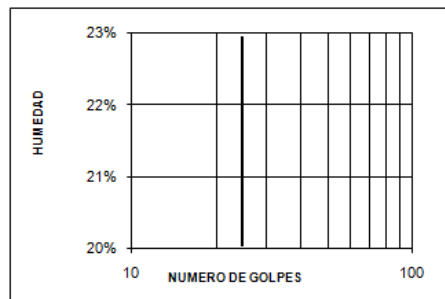
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 812.00

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	12.00	1.16	1.16	98.84
3/8"	9.52	2.00	0.19	1.36	98.64
No 4	4.75	1.20	0.12	1.47	98.53
10	2.00	3.00	0.29	1.76	98.24
20	0.84	8.30	0.80	2.57	97.43
40	0.42	61.80	5.99	8.55	91.45
60	0.25	204.60	19.82	28.37	71.63
100	0.15	330.00	31.96	60.33	39.67
200	0.07	174.10	16.86	77.19	22.81
PASA 200	****	235.50			
SUMA	****	1032.50	77.19		
TOTAL		1032.50			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	94
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	80.6
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	13.4
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	73.8
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>18.16%</b>



GRAVAS= 147 %  
 ARENAS = 75.72 %  
 FINOS= 22.81 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 18.16%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **SM**  
 AASHTO: **-**

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: SM - Arena limosa

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo N.4 – K0+710

- MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

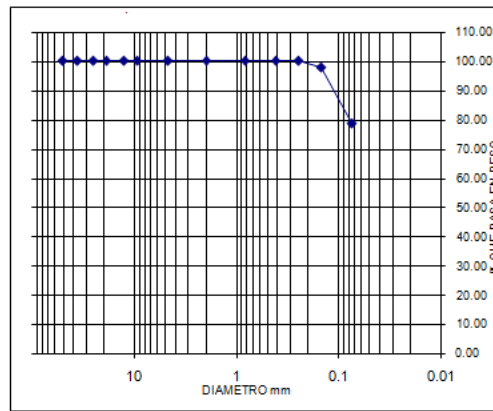
FECHA : SETIEMBRE 10 DE 2009 SONDEO : N. 4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 710 PROFUNDIDAD : 0,0-2,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 433.2

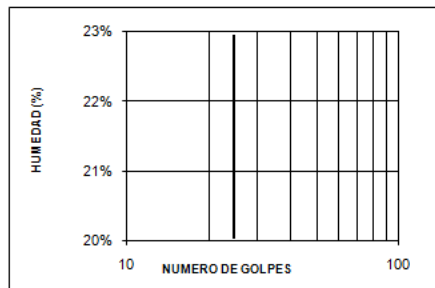
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 96.80

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
****					
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.25	0.00	0.00	0.00	100.00
100	0.15	9.90	2.29	2.29	97.71
200	0.07	82.80	19.11	21.40	78.60
PASA 200	****	340.20			
SUMA	*****	432.90	21.40		
TOTAL		432.90			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	17
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	61.7
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	58
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	41
HUMEDAD (%)									9.02%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 21.40 %  
 FINOS= 78.60 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 9.02%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **ML**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN:  
 YoBo: (ML) - Limo con arenas de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

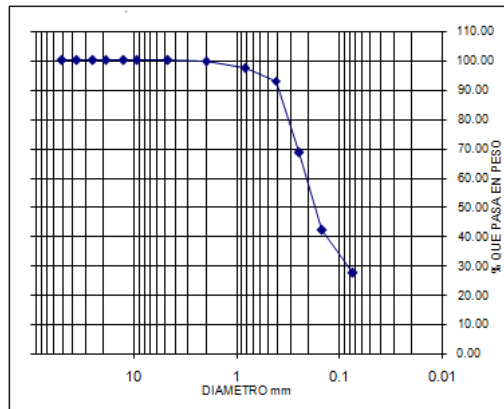
FECHA : SETIEMBRE 10 DE 2009 SONDEO : N. 4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 710 PROFUNDIDAD : 2,50 - 3,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 493.7

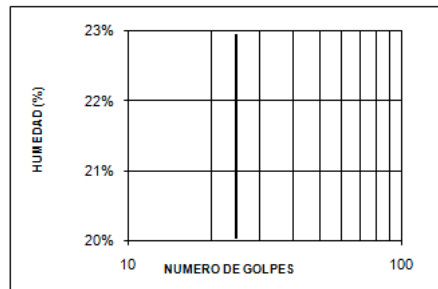
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 366.20

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	2.30	0.47	0.47	99.53
20	0.84	11.00	2.23	2.69	97.31
40	0.42	21.20	4.29	6.99	93.01
60	0.25	120.10	24.33	31.31	68.69
100	0.15	130.40	26.41	57.73	42.27
200	0.07	73.20	14.83	72.55	27.45
PASA 200	****	134.90			
SUMA	*****	493.10	72.55		
TOTAL		493.10			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	17.2
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	56.3
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	50.5
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	5.8
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	33.3
<b>HUMEDAD (%)</b>							<b>17.42%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 72.55 %  
 FINOS= 27.45 %

LL= N.P  
 LP= N-P  
 IP= N.P  
 V(x)= 17.42%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.: **SM**

AASHTO: **-**

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: (SM) - Arena limosa con finos

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

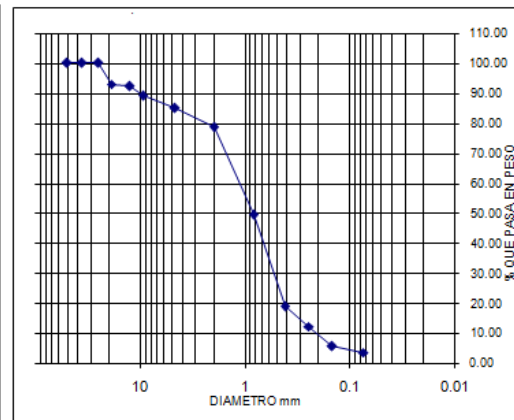
FECHA : SEPTIEMBRE 10 DE 2009 SONDEO : N. 4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abcisa K0+ 710 PROFUNDIDAD : 3,50 - 4,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 435.5

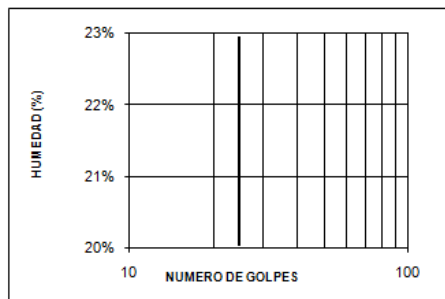
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 421.90

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	30.20	6.93	6.93	93.07
1/2"	12.70	3.50	0.80	7.74	92.26
3/8"	9.52	13.70	3.15	10.88	89.12
No 4	4.75	18.00	4.13	15.02	84.98
10	2.00	28.20	6.48	21.49	78.51
20	0.84	126.80	29.12	50.61	49.39
40	0.42	133.20	30.59	81.19	18.81
60	0.25	28.80	6.61	87.81	12.19
100	0.15	28.40	6.52	94.33	5.67
200	0.07	9.20	2.11	96.44	3.56
PASA 200	****	15.00			
SUMA	*****	435.00	96.44		
TOTAL		435.00			



**LÍMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.8
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	53.7
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	49.6
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	32.8
HUMEDAD (%)									12.50%



GRAVAS= 15.02 %  
 ARENAS = 81.42 %  
 FINOS= 3.56 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 12.50%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **SW**  
 AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN:  
 VoBo: (SW) - Arena bien gradada

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

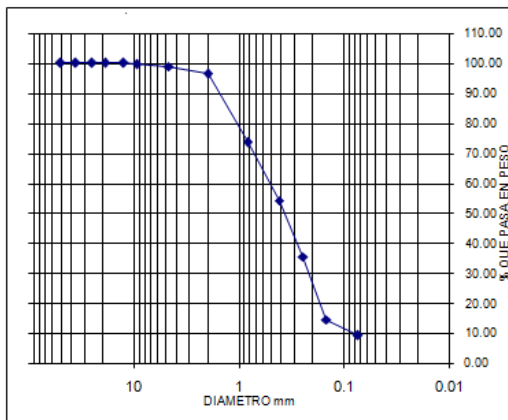
FECHA : SETIEMBRE 10 DE 2009 SONDEO : N. 4  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacalara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K0+ 710 PROFUNDIDAD : 4,50 - 6,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 481

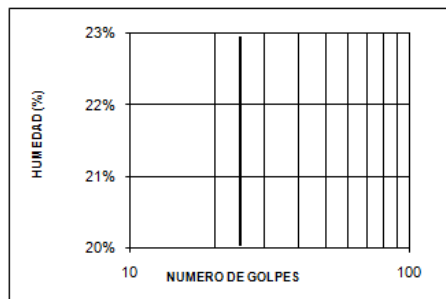
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 441.20

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	1.00	0.21	0.21	99.79
No 4	4.75	3.60	0.75	0.96	99.04
10	2.00	11.70	2.43	3.39	96.61
20	0.84	110.00	22.87	26.26	73.74
40	0.42	94.00	19.54	45.80	54.20
60	0.25	89.90	18.69	64.49	35.51
100	0.15	101.20	21.04	85.53	14.47
200	0.07	25.20	5.24	90.77	9.23
PASA 200	****	43.90			
SUMA	****	480.50	90.77		
<b>TOTAL</b>		<b>480.50</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.7
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	68.1
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	59.6
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	43.9
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>19.36%</b>



GRAVAS= 0.96 %  
 ARENAS = 89.81 %  
 FINOS= 9.23 %  
  
 LL= N.P  
 LP= N-P  
 IP= N.P  
 W(%)= 19.36%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **SP-SM**  
 AASHTO **-**

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: (SP-SM) - Arena limosa mal gradada

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# SONDEOS SOBRE EL CAÑO NEGRO

## Sondeo N.6 – K3+430

### MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

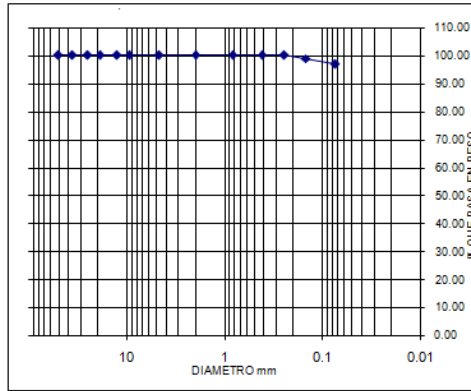
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 0,00 - 2,50 m

#### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 424.2

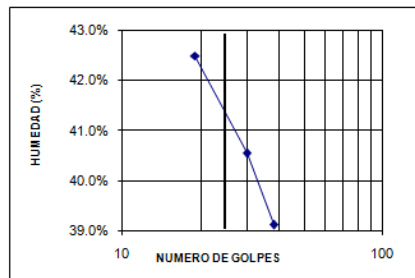
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 13.50

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.25	0.00	0.00	0.00	100.00
100	0.15	4.40	1.04	1.04	98.96
200	0.07	8.70	2.05	3.09	96.91
PASA 200	****	410.90			
SUMA	****	424.00	3.09		
<b>TOTAL</b>		<b>424.00</b>			



#### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	38	30	19	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	38	30	19	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7	6.97	6.05	-	7.48	7.4	-	15.96
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.56	29.26	33.24	-	12.83	12.57	-	90.67
T-SUELO SECO (gr)	27.53	22.83	25.13	-	11.92	11.69	-	76.1
PESO AGUA (gr)	8.03	6.43	8.11	-	0.91	0.88	-	14.57
PESO SUELO SECO (gr)	20.53	15.86	19.08	-	4.44	4.29	-	60.14
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>39.11%</b>	<b>40.54%</b>	<b>42.51%</b>	<b>-</b>	<b>20.50%</b>	<b>20.51%</b>	<b>-</b>	<b>24.23%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.09 %  
 FINOS= 96.91 %

LL= 41.40%  
 LP= 20.50%  
 IP= 20.90%  
 W(%)= 24.23%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **CL**  
 AASHTO: **-**

#### DESCRIPCIÓN:

VoBo: (CL) - Arcilla de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

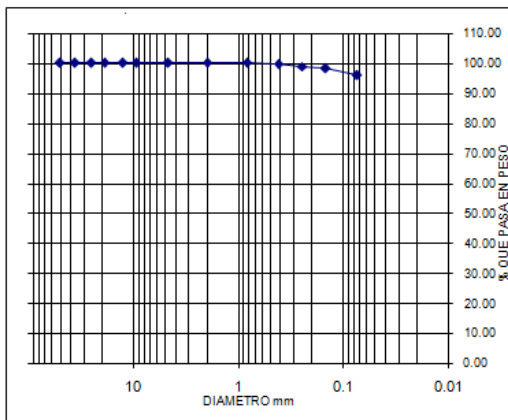
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 2,50 - 4,5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 455.9

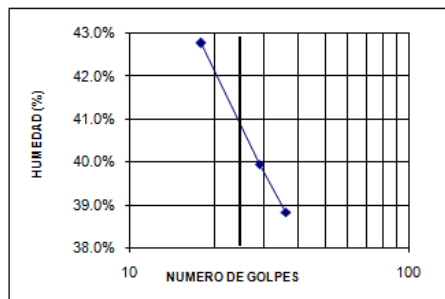
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 18.70

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.60	0.35	0.35	99.65
60	0.25	3.00	0.66	1.01	98.39
100	0.15	3.10	0.68	1.69	98.31
200	0.07	10.30	2.26	3.95	96.05
PASA 200	****	437.60			
SUMA	*****	455.60	3.95		
<b>TOTAL</b>		<b>455.60</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	36	29	18	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	36	29	18	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	6.95	7.15	6.78	-	7.45	7.42	-	16.04
T-SUELO HUMEDO (gr)	36.55	38.39	38.86	-	12.8	12.58	-	111.21
T-SUELO SECO (gr)	27.55	29.9	29.25	-	11.89	11.7	-	93.09
PESO AGUA (gr)	8	9.09	9.61	-	0.91	0.88	-	18.12
PESO SUELO SECO (gr)	20.6	22.75	22.47	-	4.44	4.28	-	77.05
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>38.83%</b>	<b>39.96%</b>	<b>42.77%</b>	<b>-</b>	<b>20.50%</b>	<b>20.56%</b>	<b>-</b>	<b>23.52%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.95 %  
 FIMOS= 96.05 %  
  
 LL= 41.00%  
 LP= 20.53%  
 IP= 20.47%  
 W(%)= 23.52%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **CL**  
 AASHTO: **-**

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: (CL) - Arcilla de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

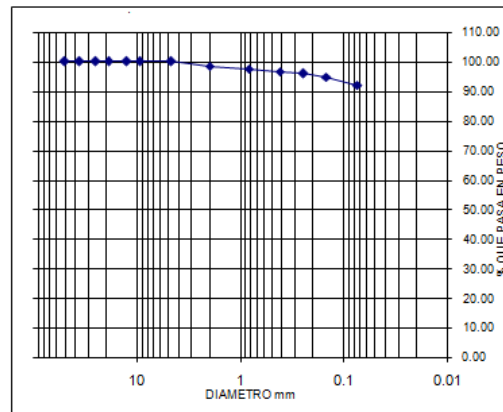
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 4,50 - 6,00 m

GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 490.3

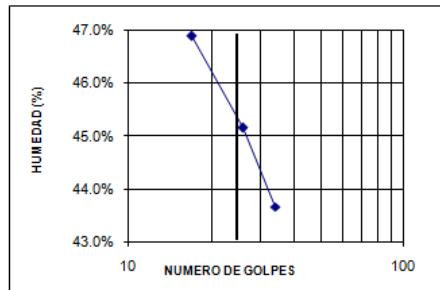
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 39.00

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	7.60	1.55	1.55	98.45
20	0.84	3.80	0.78	2.33	97.67
40	0.42	4.60	0.94	3.26	96.74
60	0.25	4.00	0.82	4.08	95.92
100	0.15	5.00	1.02	5.10	94.90
200	0.07	13.60	2.77	7.87	92.13
PASA 200	****	451.50			
SUMA	****	490.10	7.87		
TOTAL		490.10			



LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLPES	34	26	17	N.A	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	7.26	7.39	7.42	7.22	7.49	17.32
T-SUELO HUMEDO (gr)	37	42.3	35.55	14.6	15.26	91.36
T-SUELO SECO (gr)	27.96	31.44	26.57	13.22	13.84	73.96
PESO AGUA (gr)	9.04	10.86	8.98	1.38	1.42	17.4
PESO SUELO SECO (gr)	20.7	24.05	19.15	6.00	6.35	56.64
HUMEDAD (%)	43.67%	45.16%	46.89%	23.00%	22.36%	30.72%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 7.87 %  
 FINOS= 92.13 %

LL= 45.40%  
 LP= 22.68%  
 IP= 22.72%  
 W(%)= 30.72%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.: **CL**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN:

VoBo: (CL) - Arcilla de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo N.7 – K3+450

## MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

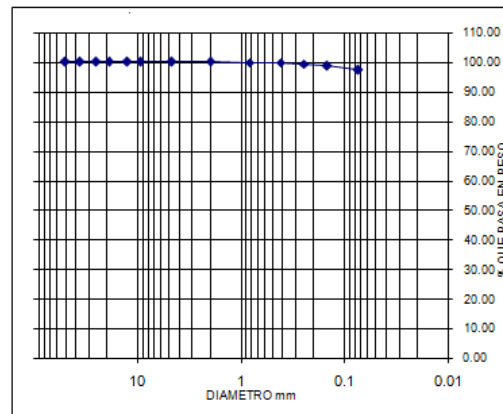
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 0,0 - 2,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 316.3

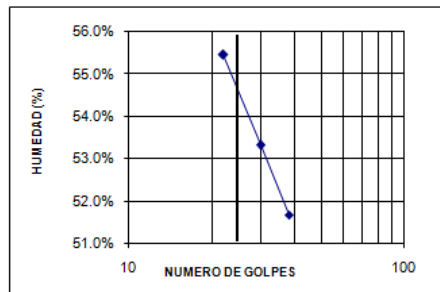
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 8.70

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.30	0.09	0.09	99.91
40	0.42	0.20	0.06	0.16	99.84
60	0.25	1.50	0.47	0.63	99.37
100	0.15	1.60	0.51	1.14	98.86
200	0.07	5.00	1.58	2.72	97.28
PASA 200	*****	307.60			
SUMA	*****	316.20	2.72		
TOTAL		316.20			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	38	30	22	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.22	7.22	7.19	-	7.49	7.49	-	15.96
T-SUELO HUMEDO (gr)	36.66	38.39	37.44	-	14.35	13.51	-	63.94
T-SUELO SECO (gr)	26.63	27.55	26.65	-	12.81	12.19	-	53.85
PESO AGUA (gr)	10.03	10.84	10.79	-	1.54	1.32	-	10.29
PESO SUELO SECO (gr)	19.41	20.33	19.46	-	5.32	4.70	-	37.69
HUMEDAD (%)	51.67%	53.32%	55.45%	-	28.95%	28.09%	-	27.30%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 2.72 %  
 FINOS= 97.28 %

LL= 54.80%  
 LP= 28.52%  
 IP= 26.28%  
 W(%)= 27.30%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S: CH

AASHTO -

### DESCRIPCIÓN:

VoBo: (CH) - Arcilla con finos de de alta plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

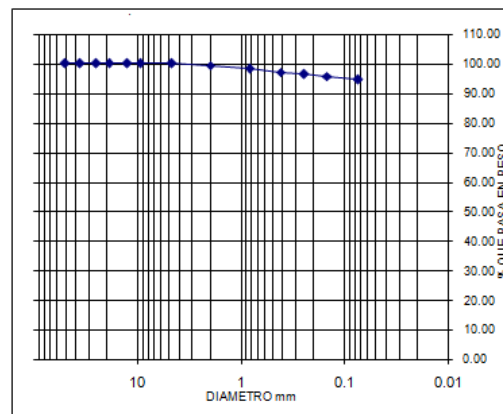
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 2,00 - 3,50 m

GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 464.5

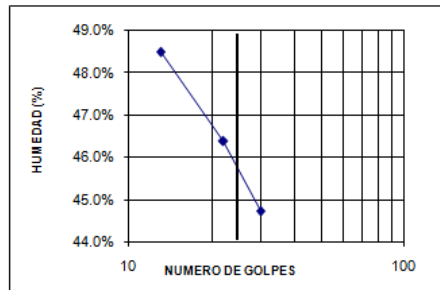
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 24.90

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	2.40	0.52	0.52	99.48
20	0.84	5.90	1.27	1.79	98.21
40	0.42	4.70	1.01	2.80	97.20
60	0.25	3.00	0.65	3.44	96.56
100	0.15	3.40	0.73	4.18	95.82
200	0.07	5.30	1.14	5.32	94.68
PASA 200	*****	439.60			
SUMA	*****	464.30	5.32		
TOTAL		464.30			



LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLPES	30	22	13	N.A	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	7	7.41	7.17	8.55	7.12	15.66
T-SUELO HUMEDO (gr)	38	37.64	35.22	15.13	14.7	61.31
T-SUELO SECO (gr)	28.42	28.06	26.06	13.48	13.24	53.34
PESO AGUA (gr)	9.58	9.58	9.16	1.65	1.46	7.97
PESO SUELO SECO (gr)	21.42	20.65	18.89	6.93	6.12	37.68
HUMEDAD (%)	44.72%	46.39%	48.49%	23.81%	23.86%	21.15%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 5.32 %  
 FINOS= 94.68 %

LL= 45.80%  
 LP= 23.83%  
 IP= 21.97%  
 W(%)= 21.15%

CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S: **CL**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN:

VoBo: (CL) - Arcilla de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

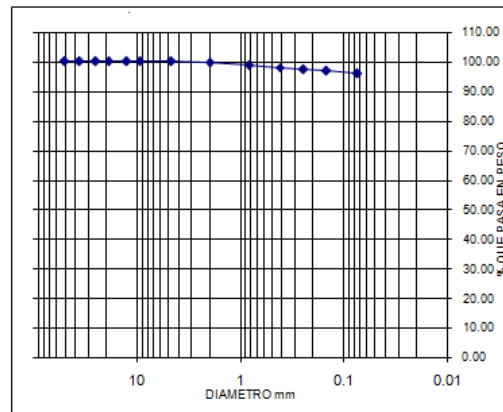
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 3,50 - 5,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 369.5

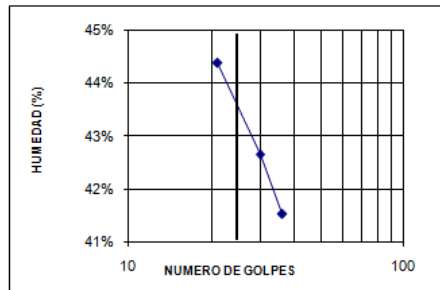
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 14.90

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.30	0.35	0.35	99.65
20	0.84	2.90	0.78	1.14	98.86
40	0.42	3.00	0.81	1.95	98.05
60	0.25	2.00	0.54	2.49	97.51
100	0.15	2.60	0.70	3.19	96.81
200	0.07	2.80	0.76	3.95	96.05
PASA 200	****	354.60			
SUMA	****	369.20	3.95		
<b>TOTAL</b>		<b>369.20</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %	
No. GOLPES	36	30	21	-	N.A	N.A	-	
PESO TARA (gr)	6.54	6.84	6.88	-	6.95	7.05	-	17.32
T-SUELO HUMEDO (gr)	33.26	35.94	31.21	-	12.44	12.69	-	65.44
T-SUELO SECO (gr)	25.42	27.24	23.73	-	11.43	11.66	-	57.19
PESO AGUA (gr)	7.84	8.7	7.48	-	1.01	1.03	-	8.25
PESO SUELO SECO (gr)	18.88	20.4	16.85	-	4.48	4.61	-	39.87
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>41.53%</b>	<b>42.65%</b>	<b>44.39%</b>	-	<b>22.54%</b>	<b>22.34%</b>	-	<b>20.69%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.95 %  
 FINOS= 96.05 %  
  
 LL= 43.50%  
 LP= 22.44%  
 IP= 21.06%  
 W(%)= 20.69%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S.: **CL**  
 AASHTO: **-**

**DESCRIPCIÓN:**

VoBo: (CL) - Arcilla de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

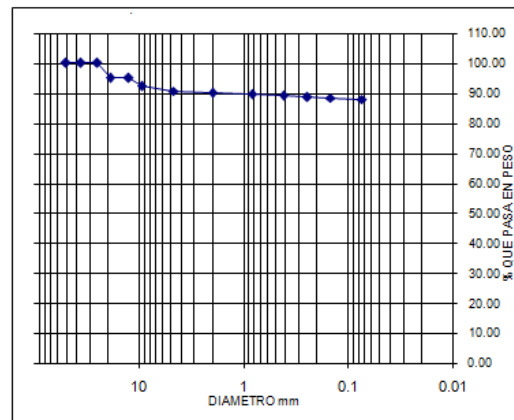
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+450 PROFUNDIDAD: 5,00 - 7,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 488.1

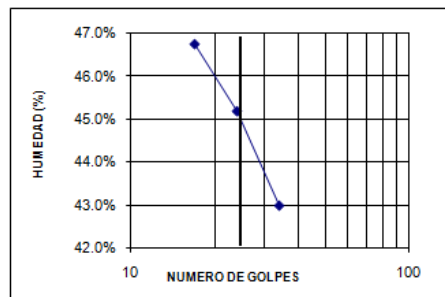
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 59.20

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	23.30	4.77	4.77	95.23
1/2"	12.70	0.00	0.00	4.77	95.23
3/8"	9.52	13.50	2.77	7.54	92.46
No 4	4.75	8.10	1.66	9.20	90.80
10	2.00	4.20	0.86	10.06	89.94
20	0.84	1.70	0.35	10.41	89.59
40	0.42	2.20	0.45	10.86	89.14
60	0.25	2.00	0.41	11.27	88.73
100	0.15	1.30	0.27	11.53	88.47
200	0.07	2.50	0.51	12.05	87.95
PASA 200	****	428.90			
SUMA	*****	487.70	12.05		
<b>TOTAL</b>		<b>487.70</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	34	24	17	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	7.85	7.53	7.42	-	7.37	7.05	-	N.A
PESO TARA (gr)	39.22	41.78	38.97	-	12.76	13.53	-	68.72
T-SUELO HUMEDO (gr)	29.73	31.12	28.92	-	11.62	12.16	-	56.13
T-SUELO SECO (gr)	9.49	10.66	10.05	-	1.14	1.37	-	12.59
PESO AGUA (gr)	22.08	23.59	21.5	-	4.25	5.11	-	38.95
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>42.98%</b>	<b>45.19%</b>	<b>46.74%</b>	-	<b>26.82%</b>	<b>26.81%</b>	-	<b>32.32%</b>



GRAVAS= 9.20 %  
 ARENAS= 2.85 %  
 FINOS= 87.95 %

LL= 45.10%  
 LP= 26.82%  
 IP= 18.28%  
 W(%)= 32.32%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S: **CL**

AASHTO **-**

**DESCRIPCIÓN:**

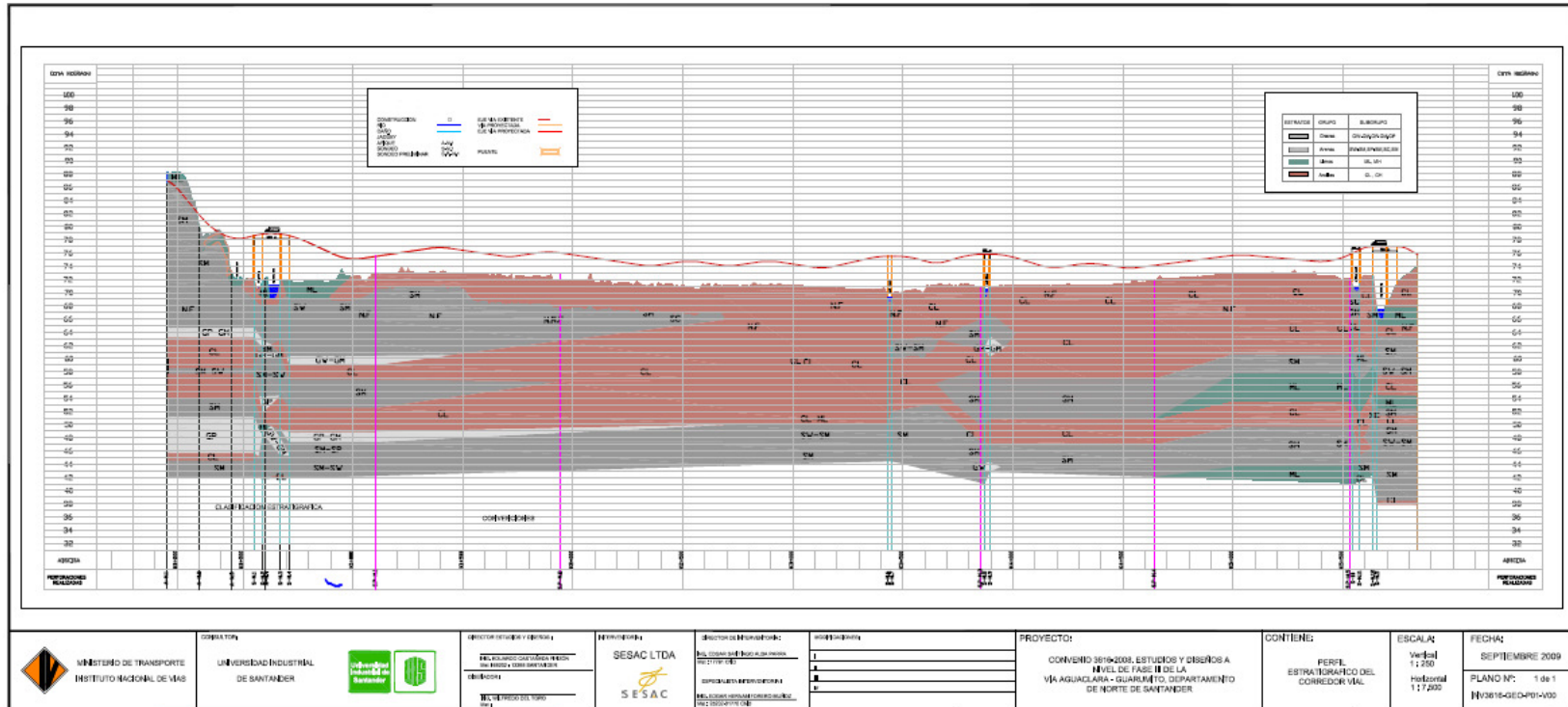
VoBo: (CL) - Arcilla de baja plasticidad

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

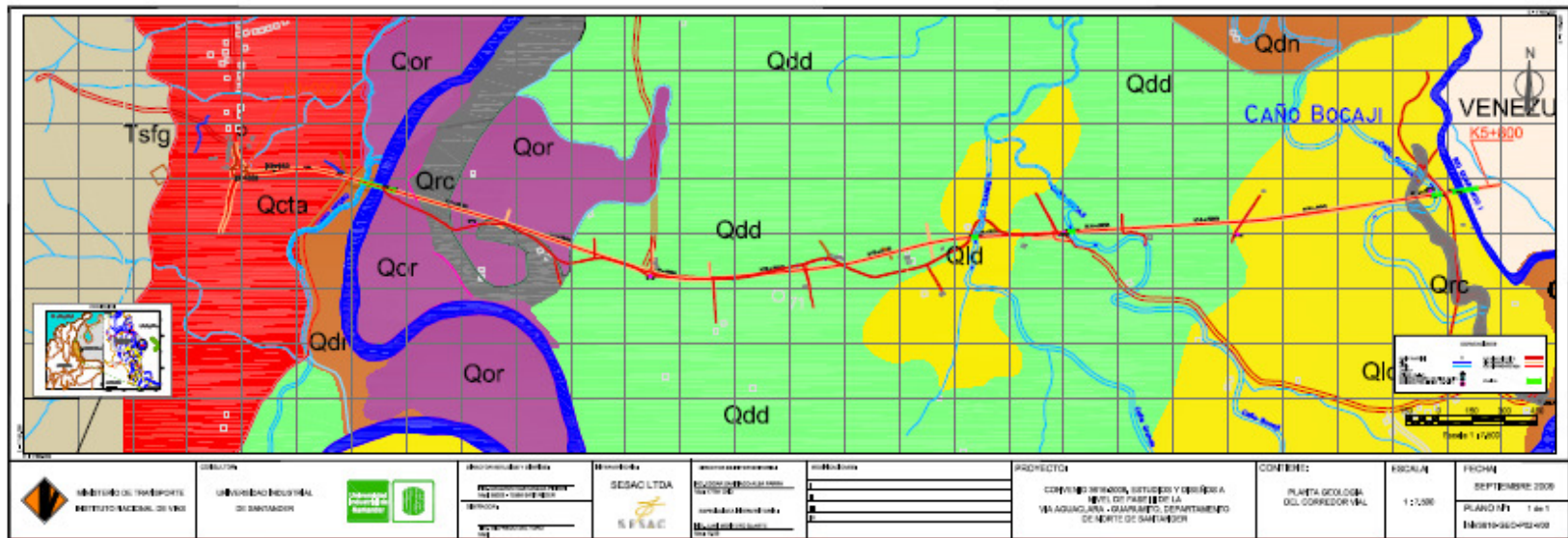
Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

**PLANO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO DEL  
CORREDOR VIAL**

# PLANO ESTRATIGRÁFICO DEL CORREDOR VIAL



## PLANO GEOLÓGICO DEL CORREDOR VIAL



## **FOTOGRAFÍAS DEL SITIO EN ESTUDIO**

**Sondeo Preliminar N.1 - K1+100**



Profundidad 0,6



Profundidad 1,6



Profundidad 2,7



Profundidad 3,7

Sondeo Preliminar N.2 - K1+940





Profundidad 0,6



Profundidad 1,65



Profundidad 2,7



Profundidad 3,75



Profundidad 5,00

**Sondeo Preliminar N.3 - K3+850**





Profundidad 0,6



Profundidad 1,60



Profundidad 2,65



Profundidad 4,00

**Sondeo Preliminar N.4 - K4+640**





Profundidad 0,6



Profundidad 1,60



Profundidad 2,65



Profundidad 3,7



Profundidad 4,60



Profundidad 5,65

**Sondeo Preliminar N.5 - K5+530**



Profundidad 0,6



Profundidad 2,65



Profundidad 3,75



Profundidad 4.85

**ANEXO B: INFORME ESTUDIO DE SUELOS PARA  
DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS  
DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE  
CONTENCIÓN**

# **1 OBJETIVO Y ALCANCES**

## **1.1 OBJETIVO**

El Estudio Suelos para Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención, tiene como objetivo principal, la realización de la exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras, para el desarrollo de los estudios a nivel de Fase III.

La definición de los sitios de ponteaderos de los grandes puentes obedecerá al criterio hidráulico, geotécnico, costos globales del proyecto, el análisis y cálculo de las fundaciones de obras especiales de contención o de viaductos que sean requeridos.

## **1.2 ALCANCES**

Mediante técnicas de exploración en este caso sondeos y apiques, conocer los suelos de fundación de las obras proyectadas.

## **2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1 LOCALIZACIÓN**

El área del proyecto se localiza en el municipio de Cúcuta capital del Departamento de Norte de Santander en los corregimientos de Aguaclara y Guarumito, en la zona limítrofe de la República de Colombia y la República de Venezuela, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental- CORPONOR.

En el territorio Colombiano el proyecto inicia en la Ruta 55 que es una vía troncal de la red vial nacional, la cual tiene su desarrollo desde Bogotá, pasando por Tunja, Duitama, Soatá, Málaga, Pamplona, Cúcuta y terminando su recorrido en Puerto Santander en el Puente Internacional La Unión en la frontera con Venezuela. En el territorio Venezolano la vía proyectada se conecta a través de las Troncales 001 y 006 de la red principal de carreteras de Venezuela con los estados del Táchira y Zulia.

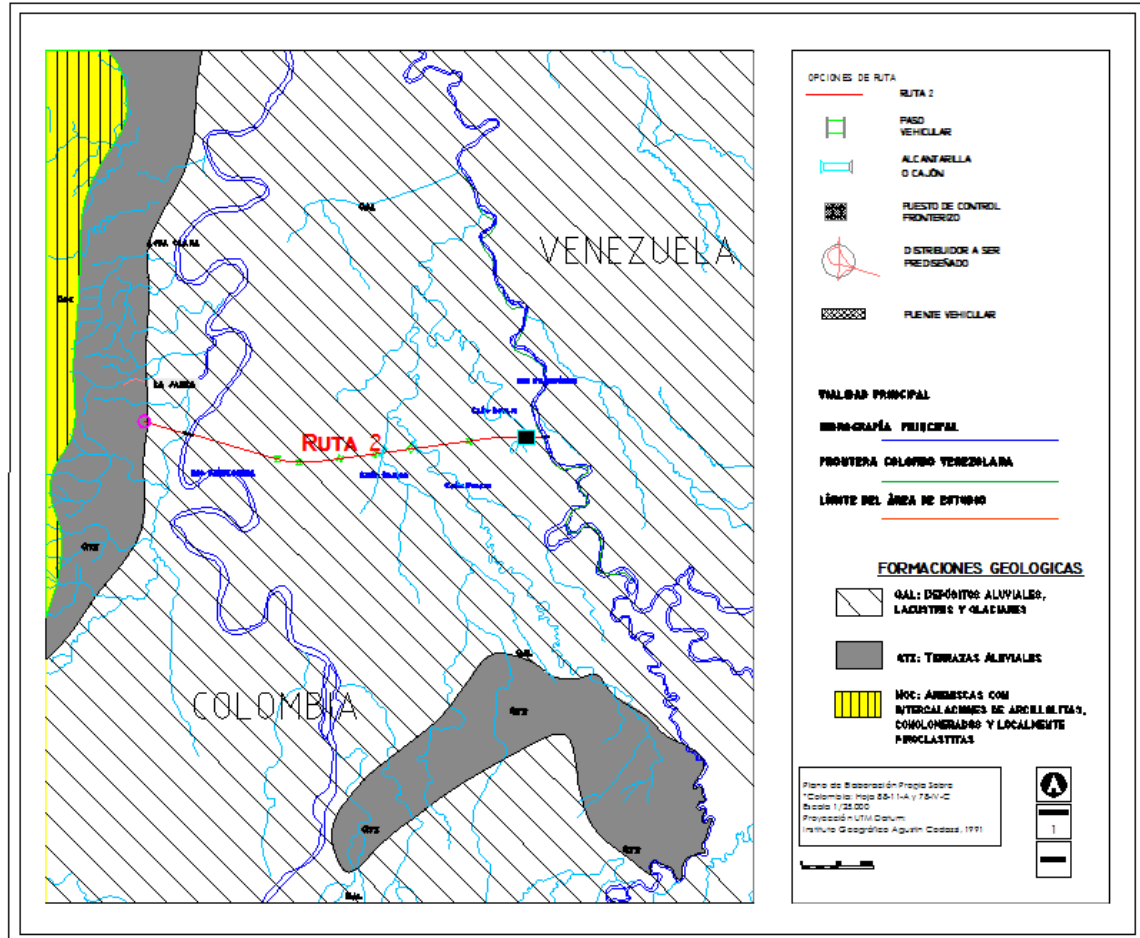
La vía inicia en el corregimiento de La Jarra con la construcción de un intercambiador vial (Glorieta) ubicado sobre la vía Cúcuta Puerto Santander, se desarrolla en sentido oeste-este hacia el Río Pamplonita, en una longitud de aproximadamente 0.65 km, donde se debe construir un puente de longitud aproximada 160 metros. Posteriormente el proyecto vial sigue la dirección de un corredor existente en una longitud de 3.3 km, en el que se mejorarían las especificaciones de la vía y de las estructuras existentes. Acercándose a la frontera de Colombia y Venezuela la vía proyectada se aleja hacia el norte de la vía existente para alcanzar el sitio seleccionado como ponedero sobre el Río Guarumito. La Figura 2.1, se ilustra la ubicación del proyecto.





## 2.2.2 Plano geológico del proyecto de la información existente

Figura 2.3 Plano geológico realizado por Minfra



Fuente: Estudios Realizados por MINFRA

## 2.2.3 Información existente de los Estudios realizados por Minfra

- Estudio de Geología y Geotecnia

La vía discurre por terrenos predominantemente planos, con vegetación primordial de pastos y cultivos principalmente de arroz. Eventualmente y en forma puntual se presenta pequeñas colinas cuya altura no supera los 5 m.

Los materiales por los cuales discurre la vía corresponden fundamentalmente a depósitos de terraza de patrones de deposición lenta que han dado lugar a materiales arcillosos, limosos y eventualmente de arenas finas. En franjas angostas paralelas a los cuerpos de agua se aprecian materiales de mayor tamaño, predominando las arenas gruesas y las gravas finas a excepción del río Guarumito, donde los depósitos aluviales son de mayor tamaño.

Afloran también en superficie y en pequeños montículos, materiales de la formación Guayabo y de la formación León que consisten en arenas friables de color pardo a gris claro, limolitas, arcillolitas, y arcillas arenosas grises con algunos horizontes de arcillas verdes y abigarradas.

Se puede decir que la subrasante estará conformada en forma predominante por materiales arcillo limosos y arcillo arenosos de consistencia firme, pero altamente susceptible a la presencia de humedad, pudiendo presentar consistencias bajas en aquellos sectores que por efecto de los distritos de riego, permanecen anegados. En términos de CBR se puede relacionar de manera cualitativa, valores intermedios en condiciones de humedad natural y quizás bajos en condiciones de sumergencia. Este hecho tendrá mayor incidencia después del cruce del río Pamplonita donde, por el nivel de inundación de las aguas, será necesario construir terraplenes de alturas que probablemente superarán los 5 m. Posiblemente, las condiciones locales impongan la necesidad de permitir la generación de asentamientos después de construido el terraplén.

### **Sitios Inestables**

Dadas las características topográficas del sitio de proyecto y la geología del sector, no se presentan sectores inestables a lo largo del trazado. Así mismo, no se presume la necesidad de adelantar cortes, salvo en aquellos sectores donde se atraviesan las pequeñas colinas de la formación Guayabo, las cuales no superan

los 4 m de altura. En consecuencia, no se prevé la necesidad de adelantar obras de estabilidad o estabilización.

Los cauces de las quebradas menores, como Las Palmitas y la quebrada Bocají se muestran estables y no evidencian procesos de socavación en las márgenes.

### **Sitios de Ponteadero**

#### **Caño Negro y Río Pamplonita**

A la altura del primer kilómetro se presenta el cauce de la quebrada Caño Negro, la cual constituye un brazo del río Pamplonita.

A una distancia de 30 m. del cauce anterior se encuentra el río Pamplonita con profundidad de incisión del orden de 4.0 m. En este sector, la capacidad de arrastre del río es baja, de allí que los materiales depositados en su lecho sean predominantemente limosos. Y si bien es cierto que su cauce se encuentra bien definido, según información de los lugareños, en épocas de invierno las aguas desbordan por encima del nivel superior de la margen, uniendo su cauce con el de la quebrada Caño Negro.

Por las características del sitio de ponteadero, se presume la no ocurrencia de procesos de socavación de las márgenes. No obstante, por la magnitud de la estructura y las características geológicas de los materiales, se prevé la necesidad de llevar a cabo la cimentación mediante la colocación de pilotes, los cuales podrán ser de tipo pre excavados o hincados. Sin embargo, esta recomendación será definida con precisión al momento de la ejecución de las etapas posteriores del estudio.

#### **Río Guarumito**

Este río, que constituye la frontera entre los dos países, presenta un cauce meándrico y manifestaciones continuas de procesos de erosión en sus márgenes.

El ancho de su cauce es de unos 40 m. aproximadamente. La disposición del talud de la margen izquierda (margen del lado de Colombia), presenta una pendiente promedio cercana a los 80°. Las vegas aluviales dejadas por este río son estrechas y presentan un predominio de materiales arenosos con contenidos variables de grava.

El material que conforma este talud es del tipo limo arcilloso de color habano con presencia de oxidaciones, de consistencia firme. En términos de cimentación de la estructura, la necesidad de transferir las cargas a niveles por debajo del lecho del cauce, exige acometer una cimentación de tipo profunda, la cual puede consistir en pilotes de tipo pre excavados y fundidos en el sitio.

### **2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La interconexión vial Aguaclara - Guarumito es un proyecto estratégico para el intercambio entre las repúblicas de Colombia y Venezuela. Las características físicas de la vía corresponden a una carretera de altas especificaciones con capacidad suficiente para ofrecer altos niveles de servicio y entrará a formar parte de la red vial primaria de Colombia.

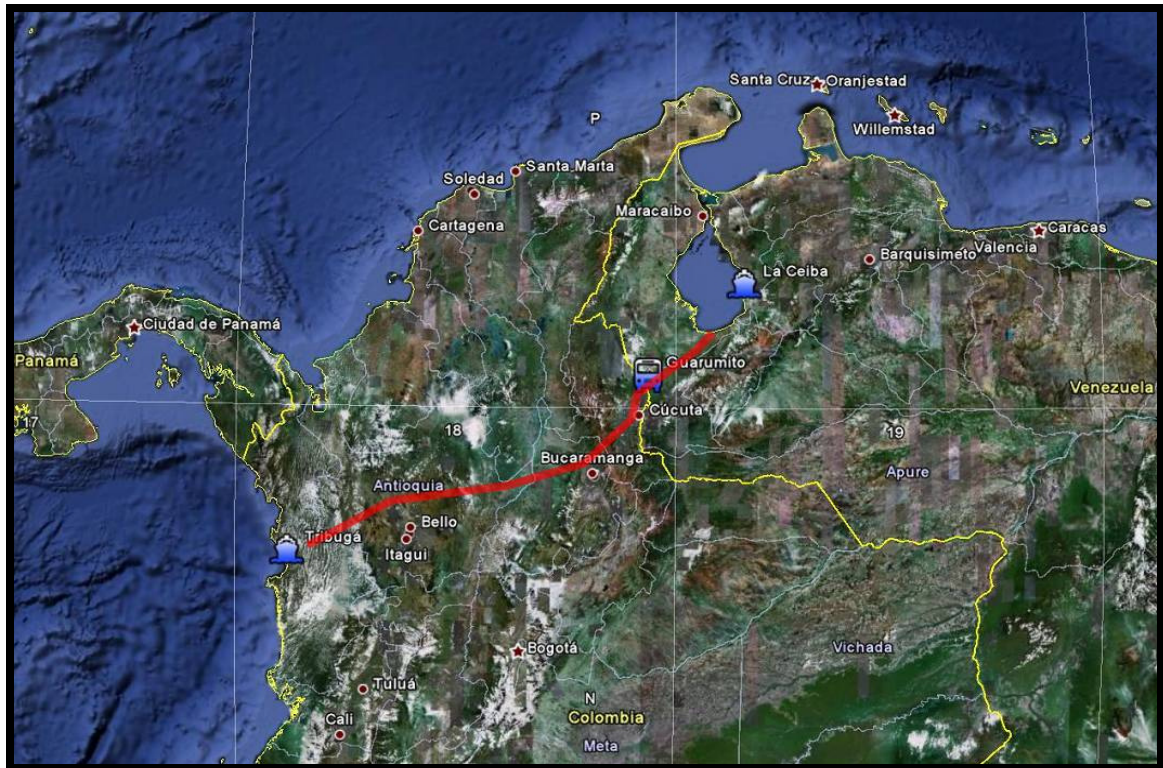
El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual está referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela. La materialización de este proyecto contribuirá al fomento del comercio regional y la integración de ambos países.

El área de influencia comprende el corredor fronterizo Colombo-Venezolano en el Área Metropolitana de Cúcuta, en los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios y su enlace con la república de Venezuela. En esta zona está concentrada la influencia económica y social del paso de frontera. Se puede considerar también

como parte integral del corredor vial inter-oceánico: Lago de Maracaibo-Tribugá (puerto proyectado de aguas profundas sobre el océano Pacífico).

En la Figura 2.7 se presenta el esquema del corredor inter-oceánico.

**Figura 2.7 Corredor Inter-Oceánico Tribugá-Lago de Maracaibo**



Fuente: Elaboración propia basado en Imágenes proporcionadas por el software Google Earth

La longitud total del proyecto vial es de aproximadamente 5.8 km en terreno plano, comprende la construcción de 5 puentes, dos de ellos de gran envergadura y atravesarán los ríos Pamplonita y Guarumito, con luces de 160 y 110 metros respectivamente.

Otras estructuras que hacen parte del proyecto son:

- Estructura de pavimento con superficie de rodamiento en concreto bituminoso.
- Estructuras, como terraplenes construídos con suelos seleccionados.
- Estructuras de drenaje como, Box Couverts, alcantarillas de concreto de sección circular y cunetas.
- Intersección vial a nivel tipo glorieta en el sector de La Jarra.
- Intersecciones a nivel tipo T en empalmes con vías secundarias.

En la fotografía 2.1, se detalla la dirección del corredor vial. El proyecto se desarrolla en sentido Este-Oeste, sobre una topografía plana en terrenos que se utilizan para ganadería y cultivos de arroz.

**Fotografía 2.1 Panorámica del Corredor vial**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

### 3 TRABAJOS DE CAMPO

Se realizaron perforaciones por el método de percusión y rotación en cada uno de los apoyos de las estructuras, con recuperación de muestras alteradas con el toma-muestras estándar y muestras inalteradas con toma-muestras tipo Shelby.

Las perforaciones se realizaron en las siguientes abscisas y profundidades:

**Tabla 3.1 Perforaciones Realizadas en los sitios de las Estructuras**

Sitio	Estructura	Apoyo N.	Abscisa	Profundidad (m)
Rio Pamplonita y Caño Negro	Puente de tres luces	1	K0+550	30
		2	K0+590	30
		3	K0+670	30
		4	K0+710	30
Caño Grande	Pontón	1	K3+430	25
		2	K3+450	25
Caño Bocají	Pontón	1	K3+870	30
		2	K3+895	28
Caño Guarumito	Pontón	1	K5+545	30
		2	K5+575	30
Rio Guarumito	Puente de dos luces	1	K5+635	30
		-	K5+655	30

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras recuperadas fueron caracterizadas y clasificadas en el laboratorio de suelos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Uis. Los ensayos realizados sobre las muestras fueron: Granulometría por tamizado con lavado sobre el Tamiz 200, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Compresión Inconfinada.

## **4 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO**

### **4.1 PUENTE SOBRE EL CAÑO NEGRO Y RÍO PAMPLONITA**

En este sector superficialmente se encuentra una capa de limo arenoso de color café (ML) con espesor de 2,5 metros. Es de baja plasticidad y su consistencia es baja.

Posteriormente se encuentra una capa de arcilla arenosa de color marrón (CL), de baja plasticidad y consistencia firme, con valor medio de penetración estándar de 20 golpes por pie. Su espesor es de 1.0 metro.

Entre 3.50 y 20.0 metros se encuentran suelos granulares en capas intercaladas de arena limosa, arenas bien gradadas, mal gradadas, gravas limpias arenosas y gravas arena limosas de tonalidades grises, cuyas consistencias son medias hasta los 14.0 metros de profundidad, con valores de penetración variando entre 9 y 28 golpes, aunque puntualmente se observaron algunos valores superiores. Posteriormente su consistencia aumenta hasta los 20.0 metros a valores de 80 golpes, con consistencia muy compacta.

Aparece luego una capa de arcilla arenosa gris (CL) de baja plasticidad y de consistencia firme, con valor de penetración de 20 golpes. El espesor de esta capa es de 1.50 metro.

Posteriormente y hasta la profundidad investigada de 30.0 metros, se encuentran nuevamente suelos granulares alternados en capas no mayores de 2.5 metros, en donde se encuentran limos arenosos, arenas limosas, arenas con gravas y gravas con arenas, también de coloración gris y consistencia compacta a muy compacta, con valores de penetración estándar variando entre 28 y 62 golpes.

Los suelos se encontraron con contenidos de humedad medios a altos en la parte superior (encima del nivel freático) y altos por debajo de éste, indicando saturación de los suelos por debajo de él. El nivel freático se encontró a 4.30 metro de profundidad respecto del nivel del sondeo.

El perfil en este sector muestra un predominio de suelos granulares con consistencias medias a altas desde el tercio superior, lo cual favorece el desarrollo de alta resistencia por fricción y una buena reacción por la punta de cimentaciones profundas. Estos suelos, al menos en la parte superior, son susceptibles a los efectos erosivos del río.

#### **4.2 SECTOR PUENTE CAÑO GRANDE**

Superficialmente se encuentra una capa de arcilla marrón amarillenta con espesor de 19.0 metros en el lado occidental del caño y de 7.0 metros en el costado oriental. Es de baja plasticidad y su consistencia es baja a firme, con valores de penetración estándar registrados entre 6 y 22 golpes. Dentro de esta capa se determinó la presencia del nivel freático entre 1.10 y 2.30 metros de profundidad.

Subyaciendo a la anterior se encuentran arenas algunas veces limpias con granos finos a medios, otras veces con gravilla fina y a veces con algo de limos. En el costado occidental se encuentran hasta la profundidad investigada de 25.0 metros, con consistencia compacta, en tanto que en el lado derecho llega a los 10 metros presentando consistencia media.

Posteriormente en el lado oriental se encuentra otra capa de arcilla de color gris con espesor de 8.0 metros, hasta la profundidad de 18.0 metros. Es de baja plasticidad y presenta consistencia media a firme, con valores de penetración estándar entre 10 y 17 golpes.

Hasta la profundidad investigada de 25 metros se encuentra otra capa de arena gris de grano fino a medio, algunas veces con gravas finas a medias, cuyo estado de consistencia es compacto, con resistencia a la penetración registrada entre 24 y 62 golpes por pie.

Esta última capa presenta resistencia y consistencia suficiente para soportar las cargas del puente mediante cimentaciones profundas, las cuales deben ser colocadas a partir de 20 metros de profundidad.

#### **4.3SECTOR PUENTE CAÑO BOCAJÍ**

Superficialmente se encuentra una capa de arcilla arenosa de color marrón amarillento cuyo espesor es de 5.0 metros del lado occidental y de 4.5 metros del lado oriental y es de consistencia blanda. En esta capa se determinó la presencia del nivel freático variando entre 0.20 y 2.40 metros de profundidad.

Seguidamente aparece una capa de arena con gravas finas con lentes arcillosos con espesor de 4.5 metros en el costado occidental y de 6.0 metros del lado oriental. Su consistencia es media y su resistencia a la penetración se registró entre 8 y 31 golpes.

Posteriormente se encuentra otra capa de arcilla gris de baja plasticidad, con espesor de 3.5 metros en todo el sector. Su consistencia es media a firme con valores de penetración registrados entre 6 y 28 golpes.

A seguir aparece una capa de limo arenoso y arena limosa con grava fina con espesor de 8.5 metros en el lado occidental y de 7.5 metros en el lado oriental. Es de consistencia compacta, con algunos valores bajos de penetración, registrados entre 8 y 71 golpes.

Nuevamente aparece una arcilla de color gris verdoso de consistencia media con resistencia a la penetración entre 10 y 21 golpes. Su espesor es de 3.5 metros en el lado occidental y de 3.0 metros en el oriental.

Hacia el final de los sondeos se encuentra una arena limosa de grano fino a medio con gravas de consistencia compacta a muy compacta con valores de penetración entre 35 y 60 antes de presentar rechazo. Sobre este material debe colocarse la cimentación en este sector.

## 5 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

Para calcular la socavación general se utilizó el método de Lischtvan-Levediev, adaptado por el mejicano Maza en 1967 y descrito por Isabel Flórez en 1981 en su texto de Socavación, utilizado por esta consultoría con buenos resultados en varios proyectos.

La ecuación básica utilizada para la socavación de los cauces es la siguiente:

$$H_s = (\alpha' * Y_n^{5/3} / [0.68 \psi \beta (d)^{0.28}])^{(1/(1+x))}$$

El valor de la socavación que se debe adoptar es el obtenido a partir de los caudales generados por la precipitación media efectiva correspondiente a un periodo de retorno de 100 años y un  $\beta = 1$ .

En la Tabla 5.1 se muestran los resultados para cada punto donde se realizaron los cálculos. En general, las socavaciones calculadas se encuentran entre 4 y 5 metros, siendo estas muy significativas. Por ello se han calculado en diferentes sitios con las granulometrías correspondientes a ese sitio y a diferentes profundidades. Los suelos encontrados hasta 4 metros de profundidad son arenas limosas o gravosas altamente susceptibles a la socavación.

En el río Pamplonita se recomienda usar como valor mínimo 5 m y en el caso de cimentaciones de muros y estribos se recomienda usar el valor calculado más 1 m.

**Tabla 5.1 Resultados de la Socavación General**

Estación		Nombre	n	Hs (m)	D (m)	Socavación [m]	Socavación
Absc.	#	Vínculos				Soc = $H_s - D$	Adoptada [m]
K0+590	1	Caño Negro - Puente Río Pamplonita	0.03	4.33	1.5	2.83	4
K0+590	2	Caño Negro - Puente Río Pamplonita	0.029	4.98	1.5	3.48	4
K0+670	1	Puente Río Pamplonita - Sección 8. Fondo	0.029	6.15	1.5	4.65	5.5
K0+670	2	Puente Río Pamplonita - Sección 8. Fondo	0.032	4.47	1.5	2.97	5
K0+710	1	Puente Río Pamplonita - Estribo Derecho	0.029	5.6	1.5	4.1	5
K0+710	2	Puente Río Pamplonita - Estribo Derecho	0.031	4.46	1.5	2.96	5
K5+650	1	Río Guarumito	0.031	4.88	2.13	2.75	3.5

Fuente: Elaboración propia

## **6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO**

Las condiciones geomorfológicas del sector, las características geotécnicas de los suelos encontrados y la magnitud de las carga a soportar, imponen un sistema de cimentación profunda.

### **6.1 AITERNATIVAS ESTUDIADAS**

De acuerdo con el perfil, se estudiaron pilotes con diámetro de 1.0, 1.5 y 2.0 metros y longitudes de 20,23,25 y 27 metros de acuerdo con el perfil del subsuelo en cada uno de los sitios de puente. Particularmente se analizaron otras profundidades con el fin de determinar una capacidad de carga suficiente o para lograr valores de asentamiento diferencial aceptable.

### **6.2 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA**

La capacidad de carga fue analizada por los siguientes métodos:

- Meyerhoff (1976), que permite obtener la Capacidad de carga ultima en función de los valores de penetración estándar corregidos.
- Meyerhoff (1976), semi-empírico, el cual correlaciona los valores de penetración estándar con los valores del ángulo de fricción del suelo para obtener la capacidad de carga en función de éste.
- Coyle y Castelo (1981) para suelos granulares, que obtiene los factores de capacidad de carga en función del ángulo de fricción interna y la relación L/D.

Al final se adoptó la capacidad de carga mediante el primero de los mencionados, pues correlaciona resistencia obtenida por medio de un ensayo empírico (SPT) con su capacidad de carga derivada de métodos empíricos. Ver resultados en el capítulo 9.

### **Método de Meyerhof (1976)**

La capacidad de carga de un pilote es igual a la suma de la carga tomada en la punta del pilote más la resistencia total por fricción (fricción superficial) generada en la interfaz suelo-pilote.

$$Q_u = Q_p + Q_s \text{ (Ton)}$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_u}{F.S.} \text{ (Ton)} \quad F.S. = 4$$

$$Q_{adm}(\text{Ton}) > Q_{Trabajo}(\text{Ton})$$

### **Suelos Granulares**

$$Q_p = \frac{A_p * N_{corr} * (l/D) * 40}{10} \text{ (Ton)}$$

$$Q_f = \sum(f * Perimetro * \Delta z) \text{ (Ton)}$$

### **Suelos Arcillosos**

$$Q_p = 9 * C_u * A_p \text{ (Ton)} \quad C_u = 0.44 * N_{corr} \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

$$Q_f = \sum(f * Perimetro * \Delta z) \text{ (Ton)}$$

### 6.3 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

Se calcularon mediante los métodos elásticos, siendo el asiento total la suma de los asentamientos debidos al acortamiento elástico del pilote más los generados por la carga de fricción y de punta.

Para el análisis de asentamientos de los pilotes se utilizo las siguientes ecuaciones:

$$\text{Asentamiento total del pilote} \rightarrow S = S1 + S2 + S3 \text{ (m)}$$

$$\text{Asentamiento total del pilote} \rightarrow S(\text{m}) < \text{al } 10\% \text{ del diametro del pilote}$$

**Asentamiento (S1):** (Asentamiento elástico del pilote)

$$S1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

**Asentamiento (S2):** (Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote)

$$S2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \nu^2) I$$

$$E_s = 766 Nf \text{ KN / m}^2,$$

**Asentamiento (S3):** (Asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote)

$$S3 = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \nu^2) I_{ws}$$

## **7 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO**

Los suelos encontrados hasta la profundidad investigada no presentan características o condiciones especiales. Se trata de suelos esencialmente granulares, arenas y gravas limosas o limos arenosos, con consistencias que fluctúan entre media y muy compacta. Por lo tanto no se tienen condiciones que puedan poner en peligro la estabilidad de la estructura.

## **8 OBRAS COMPLEMENTARIAS**

Las estructuras proyectadas no requieren de obras complementarias para su funcionamiento y en el proyecto no ha sido necesario considerar estructuras u obras especiales.

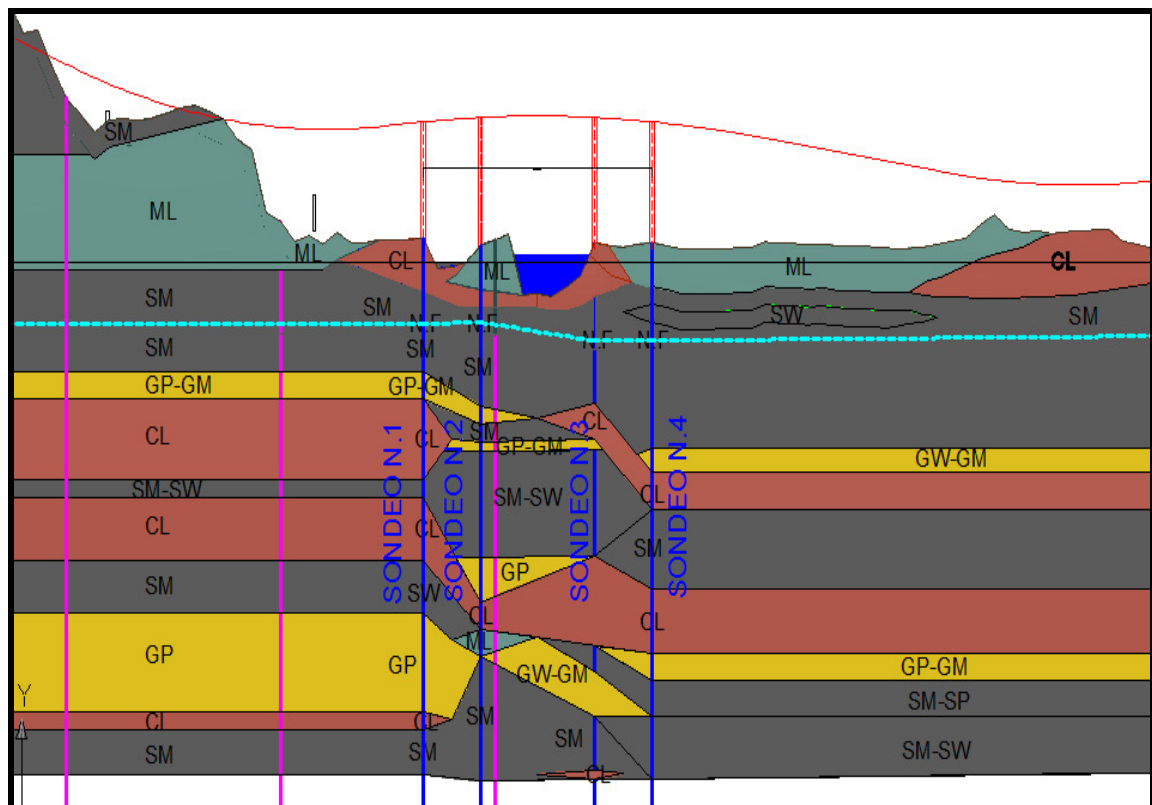
## 9 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1 RESULTADOS

#### 9.1.1 Perfil Estratigráfico

##### Puente Sobre el Rio Pamplonita

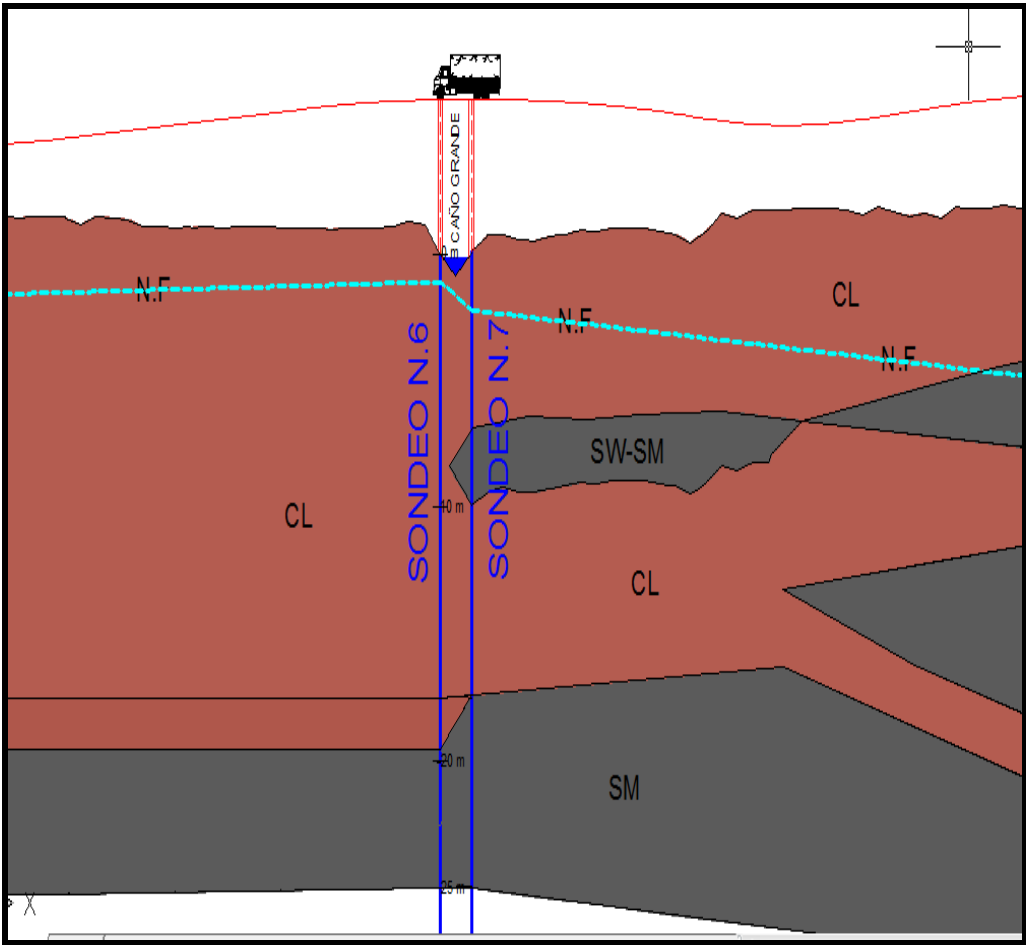
Figura 9.1 Perfil Estratigráfico del Puente sobre Rio Pamplonita



Fuente: Elaboración propia

# Puente Sobre el Caño Grande

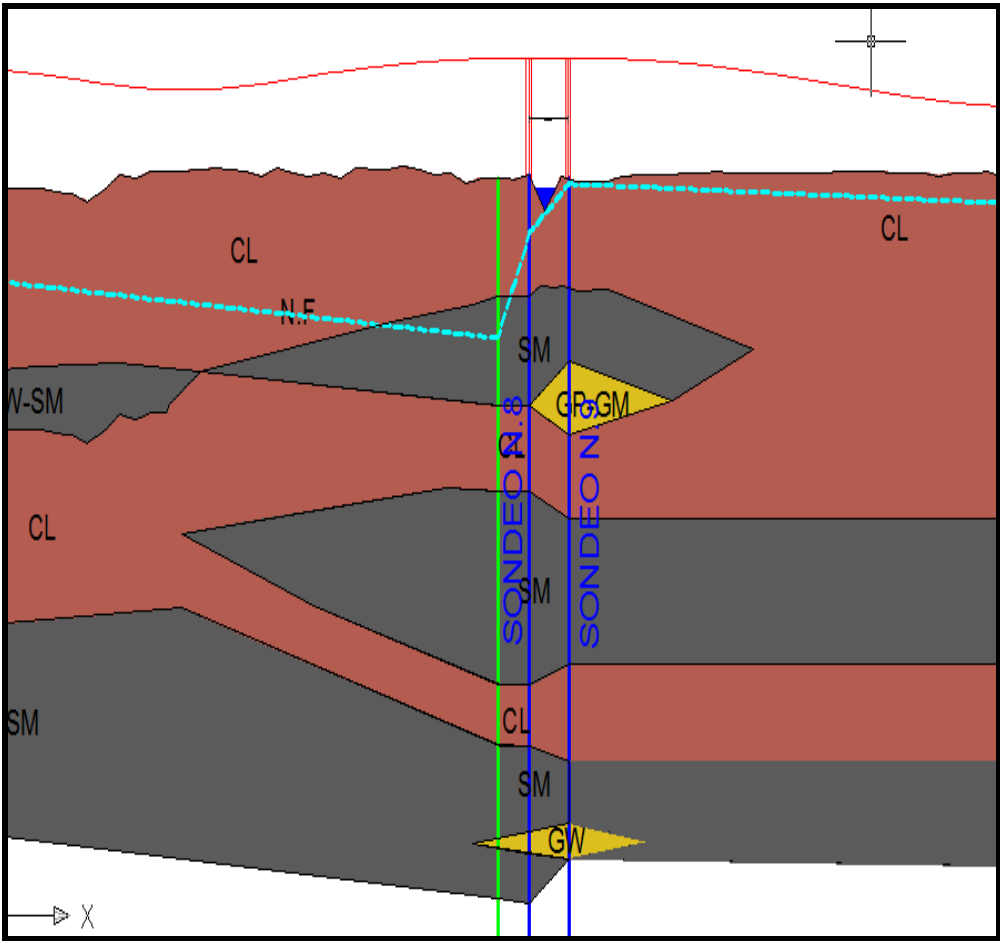
Figura 9.2 Perfil Estratigráfico del Puente sobre Caño Grande



Fuente: Elaboración propia

# Puente Sobre el Caño Bocají

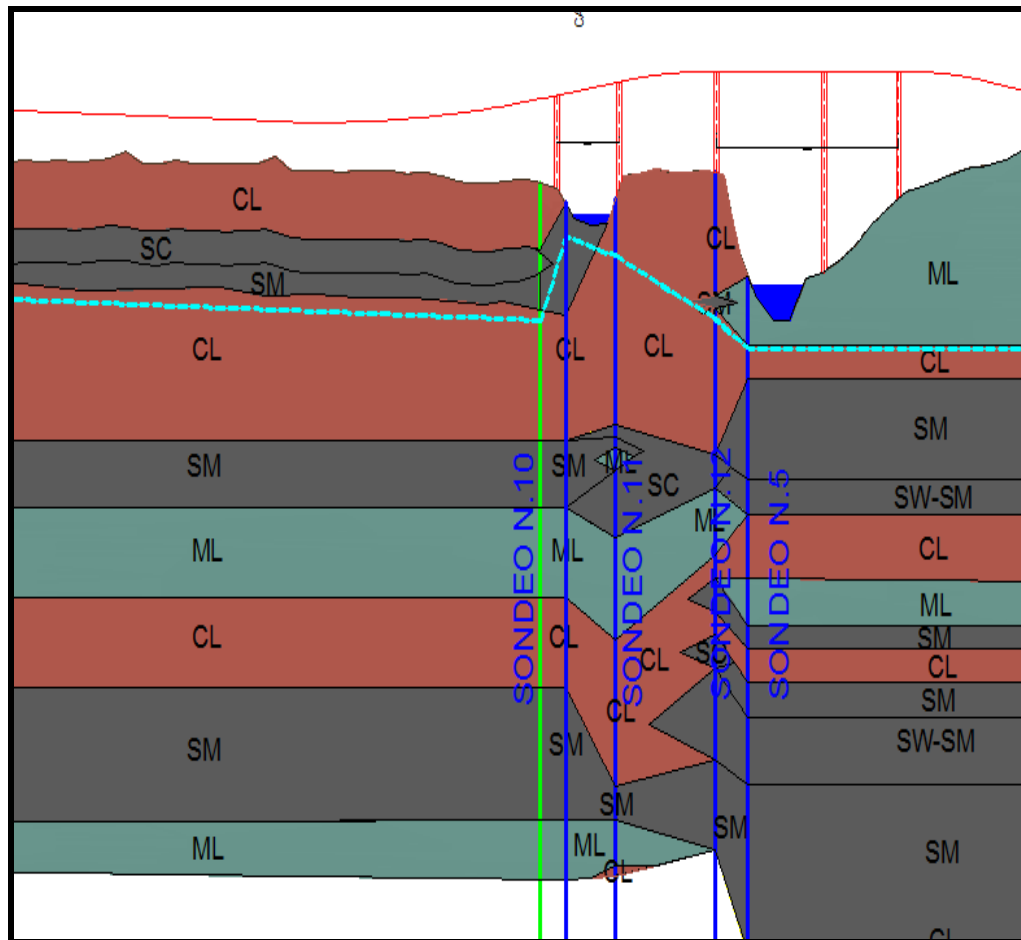
Figura 9.3 Perfil Estratigráfico del Puente sobre Caño Bocají



Fuente: Elaboración propia

## Puente Sobre el Caño Guarumito y Río Guarumito

Figura 9.4 Perfil Estratigráfico del Puente sobre Caño Guarumito y Río Guarumito



Fuente: Elaboración propia

### 9.1.2 Capacidad de carga de los Pilotes

#### Puente sobre el Río Pamplonita

Se evaluaron para un Pilote de Cabeza libre de 10 m

**Tabla 9.1 Capacidad de carga axial de los pilotes sobre el Río Pamplonita**

Diámetro Pilote (m)	Profundidad Cimentación (m)	Apoyo - N.1	Apoyo - N.2	Apoyo - N.3	Apoyo - N.4
		Qad (Ton)	Qad (Ton)	Qad (Ton)	Qad (Ton)
1.0	25	642.92	381.99	494.85	473.22
1.5	25	1251.53	533.40	910.89	871.65
2.0	25	2098.04	807.82	1378.06	1393.06
2.5	25	-	1369.93	1867.21	-

Fuente: Elaboración propia.

#### Puente sobre el Caño Grande

Se evaluaron para un Pilote de Cabeza libre de 5.0 m

**Tabla 9.2 Capacidad de carga axial de los pilotes sobre el Caño Grande**

Diámetro Pilote (m)	Profundidad Cimentación(m)	Apoyo - N.1	Apoyo - N.2
		Qad (Ton)	Qad (Ton)
1.0	20	504.72	659.74
1.5	20	752.45	898.41

Fuente: Elaboración propia.

## Puente sobre el Caño Bocají

Se evaluaron para un Pilote de Cabeza libre de 5.0 m

**Tabla 9.3 Capacidad de carga axial de los pilotes sobre el Caño Bocají**

Diámetro Pilote(m)	Profundidad Cimentación (m)	Apoyo - N. 1	Apoyo - N. 2
		Qad (Ton)	Qad (Ton)
1.0	25	948.56	1008.36
1.5	25	1394.53	1512.91

Fuente: Elaboración propia.

## Puente sobre el Caño Guarumito

Se evaluaron para un Pilote de Cabeza libre de 5.0 m

**Tabla 9.4 Capacidad de carga axial de los pilotes sobre el Caño Guarumito**

Diámetro Pilote(m)	Profundidad Cimentación (m)	Apoyo - N. 1	Apoyo - N. 2
		Qad (Ton)	Qad (Ton)
1.0	23	691.60	-
1.5	23	1092.73	-
1.0	27	-	941.69
1.5	27	-	1390.63

Fuente: Elaboración propia.

## Puente sobre el Rio Guarumito

Se evaluaron para un Pilote de Cabeza libre de 8.0 m

**Tabla 9.5 Capacidad de carga axial de los pilotes sobre el Rio Guarumito**

Diámetro Pilote(m)	Profundidad Cimentación (m)	Apoyo N. 1
		Qad (Ton)
1.0	22	420.66
1.5	22	636.30
2.0	22	826.74

Fuente: Elaboración propia.

### 9.1.3 Asentamientos de los Pilotes

#### Puente sobre el Rio Pamplonita

Se evaluaron para la carga de trabajo esperada de (400 Ton) para los apoyos N.1 y N.4 y de (575 Ton) para los apoyos N.2 y N.3.

**Tabla 9.6 Asentamientos Sobre el Rio Pamplonita**

Diámetro Pilote (m)	Profundidad Cimentación(m)	Apoyo - N. 1	Apoyo - N. 2	Apoyo - N. 3	Apoyo - N. 4
		St (cm)	St (cm)	St (cm)	St (cm)
1.0	25	3.32	6.83	5.03	3.47
1.5	25	1.86	4.13	2.90	2.01
2.0	25	1.31	3.03	2.08	1.46
2.5	25	-	2.45	1.68	-

Fuente: Elaboración propia.

## Puente sobre el Caño Grande

Se evaluaron para la carga de trabajo esperada. (350 Ton)

**Tabla 9.7 Asentamientos Sobre el Caño Grande**

Diámetro Pilote(m)	Profundidad Cimentación(m)	Apoyo N. 1	Apoyo N. 2
		St (cm)	St (cm)
1.0	20	5.26	3.96
1.5	20	3.71	2.57

Fuente: Elaboración propia.

## Puente sobre el Caño Bocají

Se evaluaron para la carga de trabajo esperada. (350 Ton)

**Tabla 9.8 Asentamientos Sobre el Caño Bocají**

Diámetro Pilote(m)	Profundidad Cimentación(m)	Apoyo N. 1	Apoyo N. 2
		St (cm)	St (cm)
1.0	25	3.93	4.07
1.5	25	2.33	2.32

Fuente: Elaboración propia.

## Puente sobre el Caño Guarumito

Se evaluaron para la carga de trabajo esperada. (410 Ton)

**Tabla 9.9 Asentamientos Sobre el Caño Guarumito**

Diámetro Pilote(m)	Profundidad Cimentación (m)	Apoyo N. 1	Apoyo N. 2
		St (cm)	St (cm)
1.0	23	4.34	-
1.5	23	2.61	-
1.0	27	-	4.67
1.5	27	-	2.57

Fuente: Elaboración propia.

## 9.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La cimentación para cada uno de los puentes de los caños Grande y Bocají consiste en dos pilotes por apoyo unidos por una viga cabezal, que soportará la mitad de la carga cada uno.

La profundidad de cimentación se seleccionó inicialmente a partir del perfil estratigráfico, teniendo en cuenta la resistencia a la penetración estándar (N) del estrato de soporte y la presencia de estratos blandos o de menor consistencia por debajo del estrato de soporte que no presentaran la posibilidad de ocurrencia de asentamientos por consolidación.

De esta manera, se han seleccionado las siguientes profundidades de cimentación para los pilotes de los puentes de los caños Grande y Bocají de 1.0 metro de diámetro, con las capacidades de carga que se relacionan:

**Tabla 9.10 Características de la Cimentación para los Puentes**

Estructura	Profundidad de desplante (m)	Diámetro del pilote (m)	Capacidad de Carga Admisible mínima (Ton)
Puente Caño Grande	20	1	504.7
Puente Caño Bocají	25	1	948.5
Puente Caño Guarumito	23	1	691.60
Puente Caño Guarumito	27	1	941.69

Fuente: Elaboración propia.

Se estima que la carga de trabajo de los pilotes para los puentes relacionados es de 350 Toneladas. Bajo esa carga, los asentamientos esperados en cada uno de los pilotes son:

**Tabla 9.11 Asentamientos para los Puentes bajo la carga de Trabajo**

Estructura	Asentamiento (cm)	
	Apoyo Occidental	Apoyo Oriental
Puente Caño Grande	5.26	3.96
Puente Caño Bocají	3.93	4.07
Puente Caño Guarumito	4.34	-
Puente Caño Guarumito	-	4.67

Fuente: Elaboración propia.

Los pilotes son del tipo perforado y de sección recta. El proceso constructivo prevé la utilización de máquina perforadora con utilización de camisa metálica para la contención de las paredes de excavación. La colocación del concreto seguramente se hará de forma sumergida, dadas las profundidades determinadas para el nivel freático, mediante la utilización de un tubo Tremiè o la utilización de lodos de bentonita.

## **REGISTROS DE PERFORACIONES**

# SONDEOS SOBRE EL CAÑO GRANDE

## Sondeo N.6 – K3+430



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 11



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																						
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos				ELEVACION:	71.83				DIRECCION:	Vertical											
LOCALIZACION:	Sondeo N°6 PK 3+430 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	09/09/2009				INCLINACION:	0°											
COORDENADAS:	X=1185334.98503 Y=1399484.19534				FECHA DE FIN:	15/09/2009				PROF. TOTAL:	25.0 m											
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD						MUESTRAS			SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES		
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	Otro	Baja	Media	Alta	Superf	Inferior al	RECOP	ROD	DE SH	0-6"				6-12"	12-18"
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	CL	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	CL	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	CL	Nivel Freatico a los 1.10 mts.
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	CL	
2.0-2.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	CL	
2.5-3.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	9	CL	
3.0-3.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	9	CL	
3.5-4.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	9	CL	
4.0-4.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	9	CL	
4.5-5.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	8	CL	
5.0-5.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	8	CL	
5.5-6.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	8	CL	
6.0-6.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	CL	
6.5-7.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	CL	
7.0-7.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	6	CL	
7.5-8.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	CL	
8.0-8.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	CL	
8.5-9.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	CL	
9.0-9.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	CL	
9.5-10.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	5	CL	
10.0-10.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	5	CL	
10.5-11.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	5	CL	
11.0-11.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	CL	
11.5-12.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	CL	
12.0-12.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	CL	
12.5-13.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	CL	
13.0-13.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CL	
13.5-14.0	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CL	
14.0-14.5	Arcilla Arenosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CL	
14.5-15.0	Arcilla Limosa	5cm			X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	6	9	9	CL-ML	

15.0-15.5	Arcilla Arenosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	6	9	9	CL	
15.5-16.0	Arcilla Arenosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	6	9	9	CL	
16.0-16.5	Arcilla Arenosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	CL	
16.5-17.0	Arcilla Arenosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	CL	
17.0-17.5	Arcilla Arenosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	4	CL	
17.5-18.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	4	CL-ML	
18.0-18.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	4	CL-ML	
18.5-19.0	Arcilla Limosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	4	CL-ML	
19.0-19.5	Arcilla Limosa	5cm		X	X			-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	4	CL-ML	
19.5-20.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	15	18	15	SW-SM	
20.0-20.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	15	18	15	SW-SM	
20.5-21.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	22	18	24	SW-SM	
21.0-21.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	22	18	24	SW-SM	
21.5-22.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	22	18	24	SW-SM	
22.0-22.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	22	18	24	SW-SM	
22.5-23.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	21	18	26	SM	
23.0-23.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	21	18	26	SM	
23.5-24.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	21	18	26	SM	
24.0-24.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	21	18	26	SM	
24.5-25.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	20	20	22	SW-SM	

Perforador Laboratorio Torres  
Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
SPT: I ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo N.7 – K3+450



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 12



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																							
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos				ELEVACION:	71.43				DIRECCION:	Vertical												
LOCALIZACION:	Sondeo N°7 PK 3+450 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	14/09/2009				INCLINACION:	0°												
COORDENADAS:	X=1185354.94525 Y=1399485.45572				FECHA DE FIN:	21/09/2009				PROF. TOTAL:	25.0 m												
PROF.(m.)	DESCRIPCION	C Diámetro	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD					MUESTRAS				SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES			
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	otro	Baja	Medias	Alta	Superi	Inferior	al	RECOB	ROD	DE SH				2	0	0-6"
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CH	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CH	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CH	
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CH	
2.0-2.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10	12	CL	Nivel Freatico a los 2.30 mts.
2.5-3.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10	12	CL	
3.0-3.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10	12	CL	
3.5-4.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	12	CL	
4.0-4.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	12	CL	
4.5-5.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	12	CL	
5.0-5.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	3	CL	
5.5-6.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	3	CL	
6.0-6.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	3	CL	
6.5-7.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	3	CL	
7.0-7.5	Arena Limosa	Scm		X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	15	20	SM	
7.5-8.0	Arena Limosa	Scm		X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	15	20	SM	
8.0-8.5	Arena Limosa	Scm		X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	8	SM	
8.5-9.0	Arena Limosa	Scm		X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	8	SW-SM	
9.0-9.5	Arena Limosa	Scm		X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	8	SW-SM	
9.5-10.0	Arena Limosa	Scm		X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	8	SW-SM	
10.0-10.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6	6	CL	
10.5-11.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6	6	CL	
11.0-11.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6	6	CL	
11.5-12.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6	6	CL	
12.0-12.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	7	CL	
12.5-13.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	7	CL	
13.0-13.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	7	CL	
13.5-14.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	9	CL	
14.0-14.5	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	9	CL	
14.5-15.0	Arcilla Arenosa	Scm		X	X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	9	CL	



# SONDEOS SOBRE EL CAÑO BOCAJÍ

## Sondeo N.8 – K3+870



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 13



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																							
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos				ELEVACION:	73.38 msnm				DIRECCION:	Vertical												
LOCALIZACION:	Sondeo N°8 PK 3+870 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	17/09/2009				INCLINACION:	0°												
COORDENADAS:	X=1185774.23618 Y=1399509.85041				FECHA DE FIN:	23/09/2009				PROF. TOTAL:	30,0 m												
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diametro	COLOR DEL SUELO						HUMEDAD					MUESTRAS				SPT	Ide. de la muestra	OBSERVACIONES			
			Blanco	Café	Gris	Marron	Verde	Otro	Baja	Media	Alta	Superi	Inferior a	%	%	DE SH	CAJUI				0-6"	6-12"	12-18"
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													2	2	3	CL	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													2	2	3	CL	
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													2	2	3	CL	
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													2	2	3	CL	
2.0-2.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													1	1	2	CL	Nivel Freatico a los 2.40 mts.
2.5-3.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													1	1	2	CL	
3.0-3.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													1	1	2	CL	
3.5-4.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													1	1	2	CL	
4.0-4.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													1	1	1	CL	
4.5-5.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													1	1	1	CL	
5.0-5.5	Arena Limosa	5cm			X														5	5	5	SM	
5.5-6.0	Arena Limosa	5cm			X														5	5	5	SM	
6.0-6.5	Arena Limosa	5cm			X														5	5	5	SM	
6.5-7.0	Arena Limosa	5cm			X														3	15	16	SP-SM	
7.0-7.5	Arena Limosa	5cm			X														3	15	16	SP-SM	
7.5-8.0	Arena Limosa	5cm			X														9	12	12	SW-SM	
8.0-8.5	Arena Limosa	5cm			X														9	12	12	SW-SM	
8.5-9.0	Arena Limosa	5cm			X														9	12	12	SW-SM	
9.0-9.5	Arena Limosa	5cm			X														9	12	12	SW-SM	
9.5-10.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													3	3	3	CL	
10.0-10.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													3	3	3	CL	
10.5-11.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													3	3	3	CL	
11.0-11.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													6	5	5	CL	
11.5-12.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													6	5	5	CL	
12.0-12.5	Arcilla Arenosa	5cm				X													6	5	5	CL	
12.5-13.0	Arcilla Arenosa	5cm				X													6	5	5	CL	
13.0-13.5	Arena Limosa	5cm			X														6	4	4	SM	
13.5-14.0	Arena Limosa	5cm			X														6	4	4	SM	
14.0-14.5	Arena Limosa	5cm			X														6	4	4	SM	
14.5-15.0	Arena Limosa	5cm			X														6	4	4	SM	

15.0-15.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	4	SM
15.5-16.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	22	25	SM
16.0-16.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	22	25	SM
16.5-17.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	22	25	SM
17.0-17.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	24	38	SM
17.5-18.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	24	38	SM
18.0-18.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	20	SM
18.5-19.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	20	SM
19.0-19.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	20	SM
19.5-20.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	7	SM
20.0-20.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	7	SM
20.5-21.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	13	7	SM
21.0-21.5	Arcilla Arenosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CL
21.5-22.0	Arcilla Arenosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CL
22.0-22.5	Arcilla Arenosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	6	CL
22.5-23.0	Arcilla Arenosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7	8	CL
23.0-23.5	Arcilla Arenosa	5cm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	7	8	CL
23.5-24.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	24	SM
24.0-24.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	24	SM
24.5-25.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	23	28	SM
25.0-25.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	23	28	SM
25.5-26.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	23	28	SM
26.0-26.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	24	36	SM
26.5-27.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	24	36	SM
27.0-27.5	Grava Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	60	60	GP-GM
27.5-28.0	Grava Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	60	60	GP-GM
28.0-28.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	17	26	SM
28.5-29.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	17	26	SM
29.0-29.5	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	17	26	SM
29.5-30.0	Arena Limosa	5cm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	50	50	SP-SM

Perforador Laboratorio Torres  
Supervisor Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
Revisor Ing. Wilfredo del Toro

Taladro:  
SPT: I ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

# Sondeo N.9 – K3+895



CORREDOR VIAL AGUACLARA-GUARUMITO

REGISTRO DE PERFORACIÓN No. PT - 14



ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III																					
OBJETO DEL SONDEO:	Conocimiento de Perfil Para diseño de Cimientos				ELEVACION:	73.13 msnm				DIRECCION:	Vertical										
LOCALIZACION:	Sondeo N°9 PK 3+895 Aguaclara - Norte de Santander				FECHA DE INICIO:	18/09/2009				INCLINACION:	0°										
COORDENADAS:	X=1185799.19405 Y=1399511.30113				FECHA DE FIN:	25/09/2009				PROF. TOTAL:	28.0 m										
PROF.(m.)	DESCRIPCION	Diámetro	COLOR DEL SUELO					HUMEDAD					MUESTRAS				SPT			Ide. de la muestra	OBSERVACIONES
			Blanco	Café	Gris	Marrón	Verde	Otro	Baja	Media	Alta	Super	Inferior al	RECOP %	ROD %	DE SH	30	0-6"	6-12"		
0.0-0.5	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL	Nivel Freatico a los 0.20 mts.	
0.5-1.0	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
1.0-1.5	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
1.5-2.0	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
2.0-2.5	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
2.5-3.0	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
3.0-3.5	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
3.5-4.0	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
4.0-4.5	Arcilla Arenosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	CL		
4.5-5.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	4	12	9	SM		
5.0-5.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	8	SM		
5.5-6.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	8	SM		
6.0-6.5	Arena	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	7	SP		
6.5-7.0	Arena	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	6	SP		
7.0-7.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	9	SM		
7.5-8.0	Grava limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	8	11	15	GP-GM		
8.0-8.5	Grava limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	8	6	6	GP-GM		
8.5-9.0	Grava limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	8	6	6	GP-GM		
9.0-9.5	Grava limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	8	6	6	GP-GM		
9.5-10.0	Grava limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	6	5	3	GP-GM		
10.0-10.5	Grava limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	8	15	12	GP-GM		
10.5-11.0	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	8	15	12	CL-ML		
11.0-11.5	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	3	CL-ML		
11.5-12.0	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	3	CL-ML		
12.0-12.5	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	17	CL-ML		
12.5-13.0	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	17	CL-ML		
13.0-13.5	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	17	CL-ML		
13.5-14.0	Arcilla limosa	5cm			X			-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	17	CL-ML		
14.0-14.5	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	12	26	44	SM		
14.5-15.0	Arena Limosa	5cm		X				-	-	-	-	-	-	-	-	12	26	44	SM		

15.0-15.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	26	44	SM
15.5-16.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	28	43	SP-SM
16.0-16.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	28	43	SP-SM
16.5-17.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	28	43	SP-SM
17.0-17.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	24	34	SP-SM
17.5-18.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	24	34	SP-SM
18.0-18.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	24	40	SM
18.5-19.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	24	40	SM
19.0-19.5	Arena Limosa	Scm			XX					-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	24	40	SM
19.5-20.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	8	SM
20.0-20.5	Arcilla Arenosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	12	CL
20.5-21.0	Arcilla Arenosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	12	CL
21.0-21.5	Arcilla Arenosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	12	CL
21.5-22.0	Arcilla limosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	11	CL-ML
22.0-22.5	Arcilla limosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	11	CL-ML
22.5-23.0	Arcilla limosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	11	CL-ML
23.0-23.5	Arcilla limosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	11	CL-ML
23.5-24.0	Arcilla limosa	Scm				X				-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	22	20	CL-ML
24.0-24.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	22	20	SM
24.5-25.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	14	21	SM
25.0-25.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	14	21	SM
25.5-26.0	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	14	21	SM
26.0-26.5	Arena Limosa	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	14	21	SM
26.5-27.0	Grava	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	GW
27.0-27.5	Grava	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	GW
27.5-28.0	Grava	Scm			X					-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	GW

**Perforador** Laboratorio Torres  
**Supervisor** Ing.Edward Mauricio Rincon P.  
**Revisor** Ing. Wilfredo del Toro


**Taladro:**  
**SPT: I ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR**

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE  
GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG.**

# ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES SOBRE EL CAÑO GRANDE

## Sondeo N.6 – K3+430

- MUESTRA 1

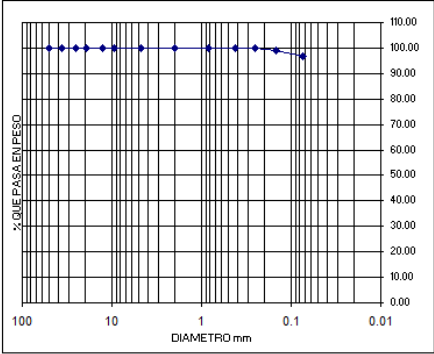


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacalara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 0,00 - 2,50 m

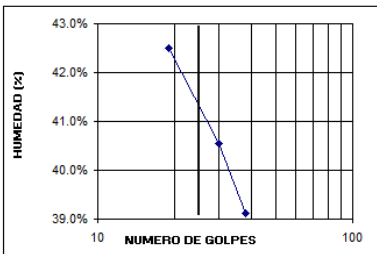
**GRANULOMETRÍA**  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 424.2 PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 13.50

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.25	0.00	0.00	0.00	100.00
100	0.15	4.40	1.04	1.04	98.96
200	0.07	8.70	2.05	3.09	96.91
PASA 200	****	410.90			
SUMA	****	424.00	3.09		
TOTAL		424.00			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	38	30	19	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7	6.97	6.05	-	7.48	7.4	15.96
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.56	29.26	33.24	-	12.83	12.57	90.67
T-SUELO SECO (gr)	27.53	22.83	25.13	-	11.92	11.69	76.1
PESO AGUA (gr)	8.03	6.43	8.11	-	0.91	0.88	14.57
PESO SUELO SECO (gr)	20.53	15.86	19.08	-	4.44	4.23	60.14
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>39.11%</b>	<b>40.54%</b>	<b>42.51%</b>	-	<b>20.50%</b>	<b>20.51%</b>	<b>24.23%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.09 %  
 FINOS= 96.91 %

LL= 41.40%  
 LP= 20.50%  
 IP= 20.90%  
 W(%)= 24.23%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S: CL  
 AASHTO -

**DESCRIPCIÓN:** (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

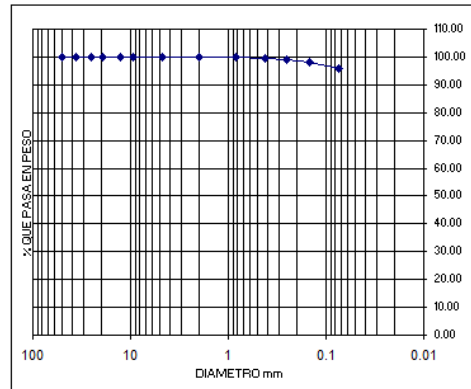
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 2,50 - 4,5 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 455.9

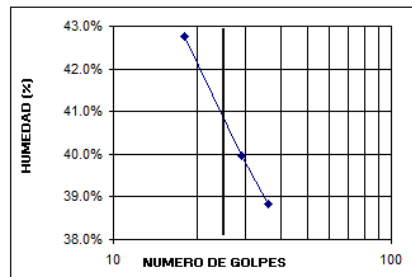
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 18.70

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.60	0.35	0.35	99.65
60	0.25	3.00	0.66	1.01	98.99
100	0.15	3.10	0.68	1.69	98.31
200	0.07	10.30	2.26	3.95	96.05
PASA 200	----	437.60			
SUMA	----	455.60	3.95		
<b>TOTAL</b>		<b>455.60</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	36	29	18	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	6.95	7.15	6.78	-	7.45	7.42	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.55	38.99	38.86	-	12.8	12.58	-
T-SUELO SECO (gr)	27.55	29.9	29.25	-	11.89	11.7	-
PESO AGUA (gr)	8	9.09	9.61	-	0.91	0.88	-
PESO SUELO SECO (gr)	20.6	22.75	22.47	-	4.44	4.28	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>38.83%</b>	<b>39.96%</b>	<b>42.77%</b>	-	<b>20.50%</b>	<b>20.56%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.95 %  
 FINOS= 96.05 %

LL= 41.00%  
 LP= 20.53%  
 IP= 20.47%  
 V(%)= 23.52%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

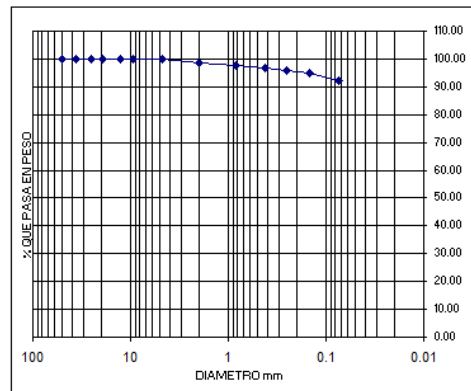
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 4,50 - 6,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 490.3

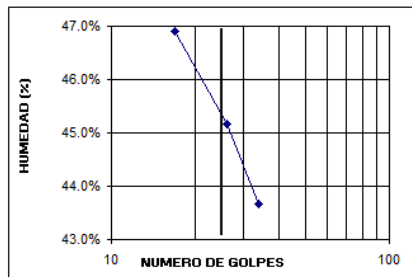
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 39.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	7.60	1.55	1.55	98.45
20	0.84	3.80	0.78	2.33	97.67
40	0.42	4.60	0.94	3.26	96.74
60	0.25	4.00	0.82	4.08	95.92
100	0.15	5.00	1.02	5.10	94.90
200	0.07	13.60	2.77	7.87	92.13
PASA 200	----	451.50			
SUMA	----	490.10	7.87		
<b>TOTAL</b>		<b>490.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	34	26	17	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.26	7.39	7.42	-	7.22	7.49	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	37	42.3	35.55	-	14.6	15.26	-
T-SUELO SECO (gr)	27.96	31.44	26.57	-	13.22	13.84	-
PESO AGUA (gr)	9.04	10.86	8.98	-	1.38	1.42	-
PESO SUELO SECO (gr)	20.7	24.05	19.15	-	6.00	6.35	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>43.67%</b>	<b>45.16%</b>	<b>46.89%</b>	-	<b>23.00%</b>	<b>22.36%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 7.87 %  
 FINOS= 92.13 %  
  
 LL= 45.40%  
 LP= 22.68%  
 IP= 22.72%  
 V(%)= 30.72%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

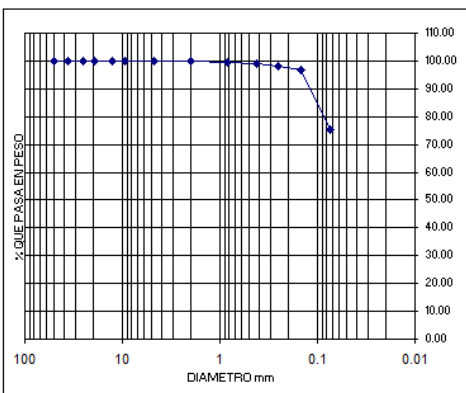
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 6,00 a 7,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 573.1

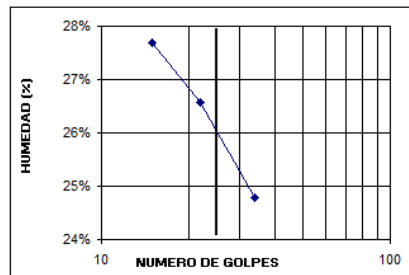
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 147.60

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	3.40	0.59	0.59	99.41
40	0.42	0.80	0.14	0.73	99.27
60	0.25	7.00	1.22	1.95	98.05
100	0.15	7.90	1.38	3.33	96.67
200	0.07	123.00	21.46	24.79	75.21
PASA 200	----	430.50			
SUMA	----	572.60	24.79		
<b>TOTAL</b>		<b>572.60</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	34	22	15	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.15	7.48	7.24	-	7.12	6.54	-	15.66
T-SUELO HUMEDO (gr)	39.42	40.77	38.88	-	15.75	14.35	-	77
T-SUELO SECO (gr)	33.01	33.78	32.02	-	14.52	13.26	-	64.29
PESO AGUA (gr)	6.41	6.99	6.86	-	1.23	1.09	-	12.71
PESO SUELO SECO (gr)	25.96	26.3	24.78	-	7.40	6.72	-	48.63
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>24.79%</b>	<b>26.58%</b>	<b>27.68%</b>	-	<b>16.62%</b>	<b>16.22%</b>	-	<b>26.14%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 24.79 %  
 FINOS= 75.21 %

LL= 26.00%  
 LP= 16.42%  
 IP= 3.58%  
 W(%)= 26.14%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.:   
 AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

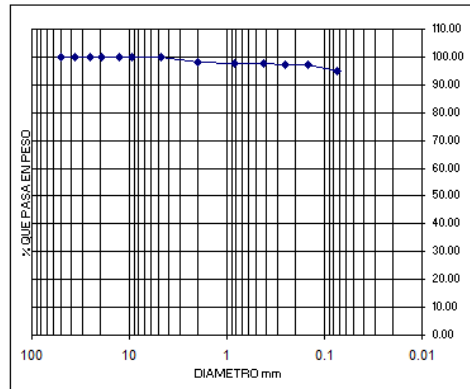
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacalara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 7,50 a 9,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 604.5

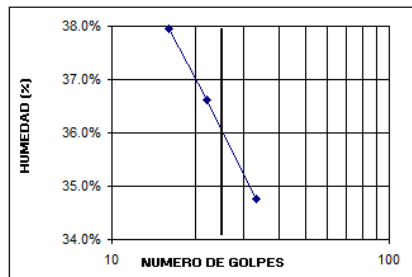
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 33.20

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	12.30	2.03	2.03	97.97
20	0.84	0.90	0.15	2.18	97.82
40	0.42	0.50	0.08	2.27	97.73
60	0.25	1.80	0.30	2.56	97.44
100	0.15	0.50	0.08	2.65	97.35
200	0.07	15.30	2.53	5.18	94.82
PASA 200	----	573.00			
SUMA	----	604.30	5.18		
<b>TOTAL</b>		<b>604.30</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	33	22	16	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.1	6.83	7.22	-	7.37	7.53	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.24	37.31	34.99	-	15.56	15.02	-
T-SUELO SECO (gr)	27.98	29.14	27.35	-	14.14	13.72	-
PESO AGUA (gr)	7.26	8.17	7.64	-	14.2	1.30	-
PESO SUELO SECO (gr)	20.88	22.31	20.13	-	6.77	6.19	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>34.77%</b>	<b>36.62%</b>	<b>37.95%</b>	-	<b>20.97%</b>	<b>21.00%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 5.18 %  
 FINOS= 94.82 %  
 LL= 36.00%  
 LP= 20.99%  
 IP= 15.01%  
 V(%)= 26.00%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

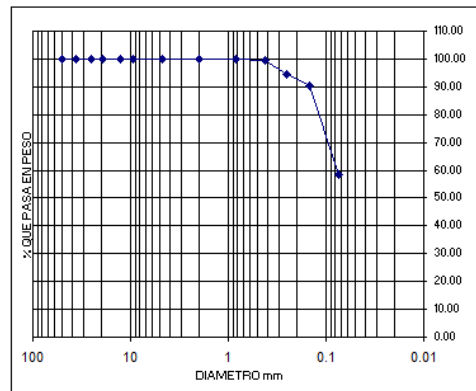
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 6  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 9,50 a 11,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 550.4

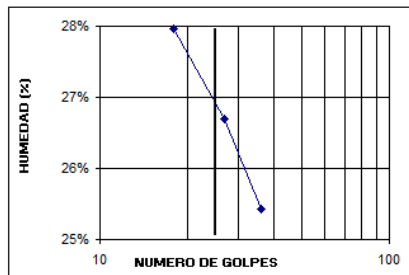
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 232.90

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.70	0.13	0.13	99.87
20	0.84	0.50	0.09	0.22	99.78
40	0.42	0.60	0.11	0.33	99.67
60	0.25	28.50	5.18	5.51	94.49
100	0.15	23.90	4.34	9.85	90.15
200	0.07	175.70	31.92	41.77	58.23
PASA 200	****	320.20			
SUMA	****	550.10	41.77		
TOTAL		550.10			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	36	27	18	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.18	7.43	7.22	-	7.08	7.05	-	15.24
T-SUELO HUMEDO (gr)	39	45.21	38.75	-	13.3	12.1	-	73.68
T-SUELO SECO (gr)	32.55	37.25	31.86	-	12.31	11.29	-	64.5
PESO AGUA (gr)	6.45	7.96	6.69	-	0.99	0.81	-	9.18
PESO SUELO SECO (gr)	25.37	29.82	24.64	-	5.23	4.24	-	49.26
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>25.42%</b>	<b>26.69%</b>	<b>27.96%</b>	-	<b>18.93%</b>	<b>19.10%</b>	-	<b>18.64%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 41.77 %  
 FINOS= 58.23 %

LL= 27.00%  
 LP= 19.02%  
 IP= 7.98%  
 W(%)= 18.64%

CLASIFICACION:  
 S.U.C.S.:   
 AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 7



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

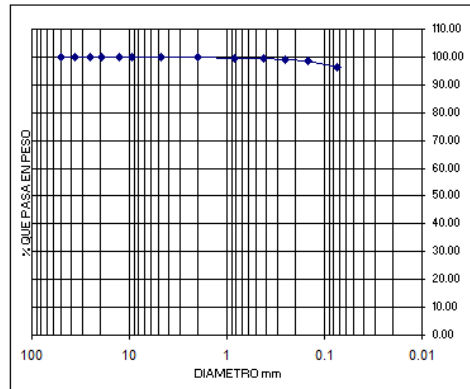
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 7  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 11.00 a 13.00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 645.3

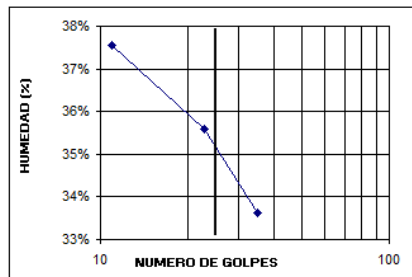
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 25.30

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.20	0.19	0.19	99.81
20	0.84	2.30	0.36	0.54	99.46
40	0.42	0.60	0.09	0.64	99.36
60	0.25	1.50	0.23	0.87	99.13
100	0.15	2.40	0.37	1.24	98.76
200	0.07	16.50	2.56	3.80	96.20
PASA 200	----	620.50			
SUMA	----	645.00	3.80		
<b>TOTAL</b>		<b>645.00</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	25	70	100	1000	20	25	
No. GOLPES	35	23	11	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.36	7.34	7.46	-	7.34	7.12	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	39.67	41.47	38.99	-	13.79	13.77	-
T-SUELO SECO (gr)	31.54	32.51	30.38	-	12.85	12.79	-
PESO AGUA (gr)	8.13	8.96	8.61	-	0.94	0.98	-
PESO SUELO SECO (gr)	24.18	25.17	22.92	-	5.51	5.67	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>33.62%</b>	<b>35.60%</b>	<b>37.57%</b>	-	<b>17.06%</b>	<b>17.28%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.80 %  
 FINOS= 96.20 %

LL= 35.30%  
 LP= 17.17%  
 IP= 18.13%  
 V(%)= 27.48%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 8



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

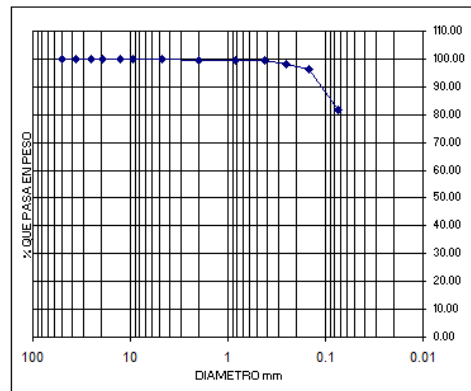
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 8  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 13.00 a 14.50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 473.4

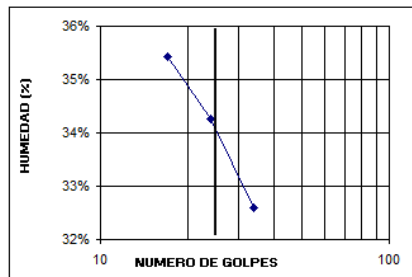
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 90.90

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.70	0.36	0.36	99.64
20	0.84	0.70	0.15	0.51	99.49
40	0.42	0.50	0.11	0.61	99.39
60	0.25	7.00	1.48	2.09	97.91
100	0.15	7.30	1.54	3.63	96.37
200	0.07	68.40	14.45	18.08	81.92
PASA 200	----	387.50			
SUMA	----	473.10	18.08		
<b>TOTAL</b>		<b>473.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLPES	34	24	17	-	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	7.16	7.12	7.65	-	7.62	7.58
T-SUELO HUMEDO (gr)	37.75	37.25	38.96	-	17.4	17.3
T-SUELO SECO (gr)	30.23	29.56	30.77	-	15.98	15.88
PESO AGUA (gr)	7.52	7.69	8.19	-	142	142
PESO SUELO SECO (gr)	23.07	22.44	23.12	-	8.36	8.30
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>32.60%</b>	<b>34.27%</b>	<b>35.42%</b>	-	<b>16.99%</b>	<b>17.11%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 18.08 %  
 FINOS= 81.92 %  
  
 LL= 34.10%  
 LP= 17.05%  
 IP= 17.05%  
 V(%)= 21.56%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.:   
 AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 9



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

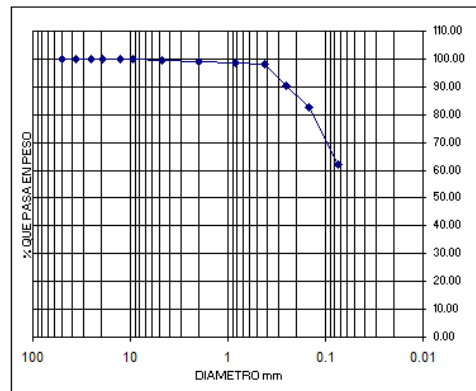
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 9  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+430 PROFUNDIDAD : 14,50 a 15,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 498

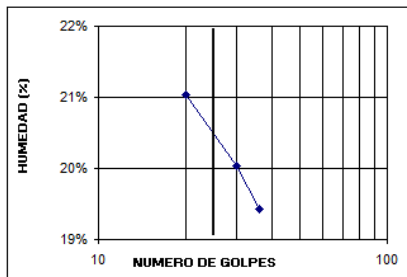
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 198.10

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	2.00	0.40	0.40	99.60
10	2.00	3.00	0.60	1.00	99.00
20	0.84	1.60	0.32	1.33	98.67
40	0.42	1.80	0.36	1.69	98.31
60	0.25	40.00	8.03	9.72	90.28
100	0.15	38.50	7.73	17.45	82.55
200	0.07	102.00	20.48	37.93	62.07
PASA 200	*****	308.80			
SUMA	*****	497.70	37.93		
TOTAL		497.70			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	36	30	20	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	36	30	20	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.56	7.3	7.17	-	7.15	7.08	-	16.45
T+SUELO HUMEDO (gr)	35.35	37.74	37.84	-	18.19	18.03	-	87.66
T+SUELO SECO (gr)	30.83	32.66	32.51	-	16.68	16.56	-	75.48
PESO AGUA (gr)	4.52	5.08	5.33	-	1.51	1.47	-	12.18
PESO SUELO SECO (gr)	23.27	25.36	25.34	-	9.53	9.48	-	58.03
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>19.42%</b>	<b>20.03%</b>	<b>21.03%</b>	-	<b>15.84%</b>	<b>15.51%</b>	-	<b>20.63%</b>



GRAVAS= 0.40 %  
 ARENAS= 37.53 %  
 FINOS= 62.07 %

LL= 20.50%  
 LP= 15.68%  
 IP= 4.82%  
 W(%)= 20.63%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S.: **CL-ML**  
 AASHTO: **-**

**DESCRIPCIÓN:** (CL-ML) - Arcilla Limosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 10



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

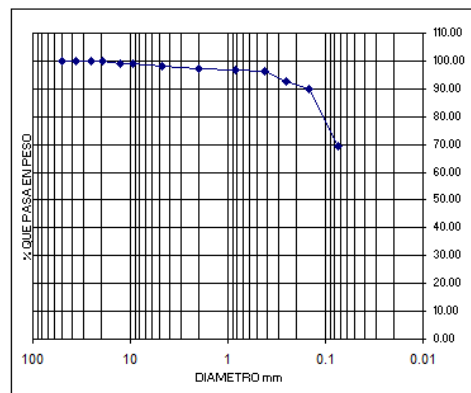
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 10  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 15,00 a 17,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 415

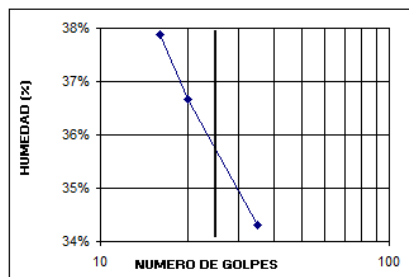
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 138.30

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	3.30	0.80	0.80	99.20
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.80	99.20
No 4	4.75	4.30	1.04	1.83	98.17
10	2.00	4.40	1.06	2.89	97.11
20	0.84	2.20	0.53	3.42	96.58
40	0.42	1.80	0.43	3.86	96.14
60	0.25	15.30	3.69	7.54	92.46
100	0.15	10.00	2.41	9.95	90.05
200	0.07	86.50	20.84	30.80	69.20
PASA 200	****	286.80			
SUMA	*****	414.60	30.80		
TOTAL		414.60			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	35	20	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	6.56	7.46	7.16	-	7.5	7.3	-	16.51
T+SUELO HUMEDO (gr)	34	40.59	38.25	-	15.33	15.15	-	72.32
T+SUELO SECO (gr)	26.39	31.7	29.71	-	14	13.8	-	59.39
PESO AGUA (gr)	7.01	8.89	8.54	-	1.33	1.35	-	12.93
PESO SUELO SECO (gr)	20.43	24.24	22.55	-	6.50	6.50	-	42.88
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>34.31%</b>	<b>36.67%</b>	<b>37.87%</b>	-	<b>20.46%</b>	<b>20.77%</b>	-	<b>30.15%</b>



GRAVAS= 1.83 %  
 ARENAS= 28.36 %  
 FINOS= 69.20 %

LL= 35.80%  
 LP= 20.62%  
 IP= 15.18%  
 W(%)= 30.15%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 11



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

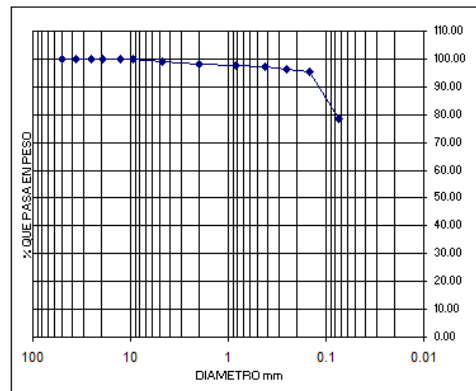
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 11  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 17,50 a 19,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 404.9

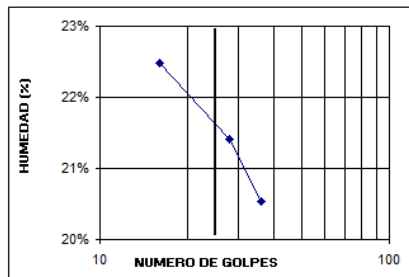
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 95.00

MALLA No	ABERTURA mm	Ψ RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	4.20	1.04	1.04	98.96
10	2.00	3.10	0.77	1.80	98.20
20	0.84	1.70	0.42	2.22	97.78
40	0.42	1.40	0.35	2.57	97.43
60	0.25	4.00	0.99	3.56	96.44
100	0.15	5.00	1.23	4.79	95.21
200	0.07	68.00	16.79	21.59	78.41
PASA 200	-----	317.20			
SUMA	-----	404.60	21.59		
TOTAL		404.60			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	36	28	16	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	36	28	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.65	7.46	7.49	-	7.36	7.43	-	14.51
T-SUELO HUMEDO (gr)	40.12	45.74	41.15	-	16.66	16.26	-	78.74
T-SUELO SECO (gr)	34.59	38.99	34.97	-	15.41	15.1	-	66.31
PESO AGUA (gr)	5.53	6.75	6.18	-	1.25	1.16	-	12.43
PESO SUELO SECO (gr)	26.84	31.53	27.48	-	8.05	7.67	-	51.8
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.53%</b>	<b>21.41%</b>	<b>22.49%</b>	<b>-</b>	<b>15.53%</b>	<b>15.12%</b>	<b>-</b>	<b>24.00%</b>



GRAVAS= 104 %  
 ARENAS = 20.55 %  
 FINOS= 78.41 %  
 LL= 21.60%  
 LP= 15.33%  
 IP= 6.27%  
 W(%)= 24.00%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S: **CL-ML**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (CL-ML) - Arcilla Limosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 12



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

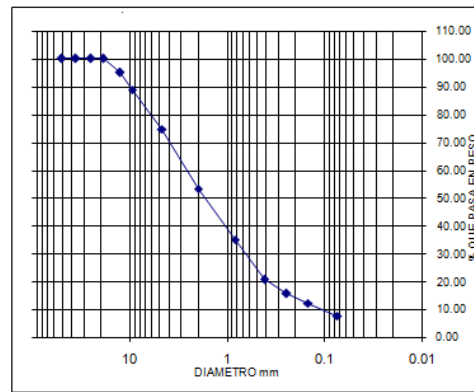
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 12  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 19,50 a 20,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 899.4

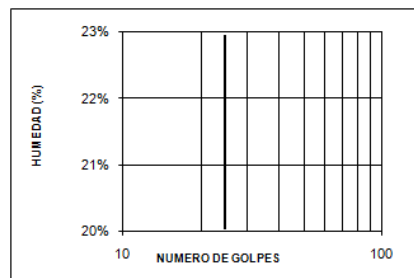
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 835.10

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	43.20	4.80	4.80	95.20
3/8"	9.52	56.20	6.25	11.05	88.95
No 4	4.75	128.00	14.23	25.28	74.72
10	2.00	192.20	21.37	46.65	53.35
20	0.84	164.60	18.30	64.95	35.05
40	0.42	128.10	14.24	79.20	20.80
60	0.25	47.40	5.27	84.47	15.53
100	0.15	30.00	3.34	87.80	12.20
200	0.07	40.20	4.47	92.27	7.73
PASA 200	*****	69.20			
SUMA	*****	899.10	92.27		
<b>TOTAL</b>		<b>899.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.76
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	85.07
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	79.73
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	5.34
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	62.97
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>8.48%</b>



GRAVAS= 25.28 %  
 ARENAS = 66.99 %  
 FINOS= 7.73 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 V(%)= 8.48%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s: **SW-SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SW-SM) - Arena limosa bien gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 13



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

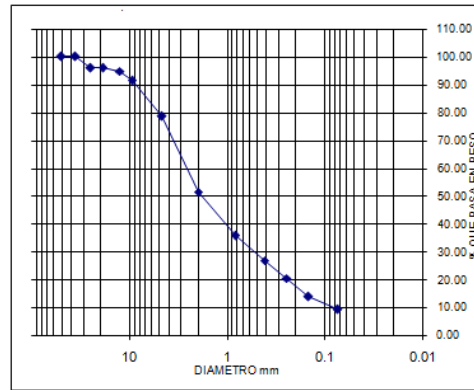
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 13  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+430 PROFUNDIDAD : 20,00 a 22,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 960.6

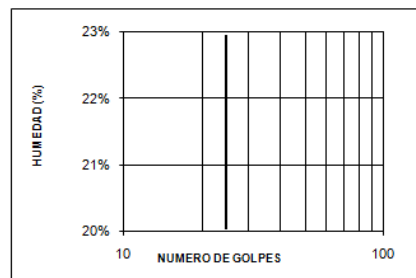
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 877.80

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	38.20	3.98	3.98	96.02
3/4"	19.05	0.00	0.00	3.98	96.02
1/2"	12.70	11.00	1.15	5.12	94.88
3/8"	9.52	32.50	3.38	8.51	91.49
No 4	4.75	122.60	12.76	21.27	78.73
10	2.00	261.00	27.17	48.44	51.56
20	0.84	152.10	15.83	64.27	35.73
40	0.42	85.00	8.85	73.12	26.88
60	0.25	62.30	6.49	79.61	20.39
100	0.15	62.30	6.55	86.15	13.85
200	0.07	44.30	4.61	90.77	9.23
PASA 200	****	88.20			
SUMA	*****	960.10	90.77		
<b>TOTAL</b>		<b>960.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	18.06
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	132.57
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	123.23
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	9.34
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	105.17
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>8.88%</b>



GRAVAS= 2127 %  
 ARENAS = 69.50 %  
 FINOS= 9.23 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 V(%)= 8.88%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.s: **SW-SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SW-SM) - Arena limosa bien gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 14



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

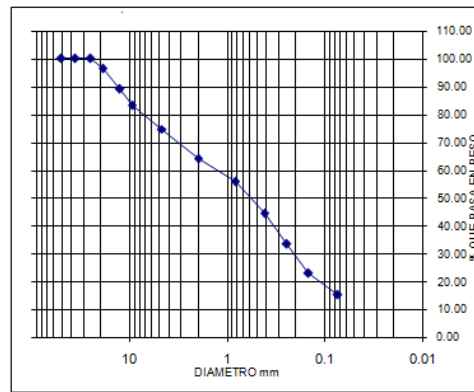
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 14  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+430 PROFUNDIDAD : 22,50 a 24,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 682.3

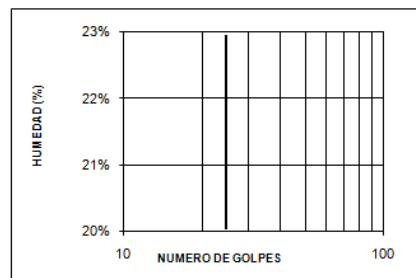
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 586.70

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	24.30	3.56	3.56	96.44
1/2"	12.70	49.40	7.24	10.80	89.20
3/8"	9.52	41.60	6.10	16.90	83.10
No 4	4.75	56.70	8.31	25.21	74.79
10	2.00	72.50	10.63	35.83	64.17
20	0.84	56.50	8.28	44.12	55.88
40	0.42	78.40	11.49	55.61	44.39
60	0.25	75.50	11.07	66.67	33.33
100	0.15	70.70	10.36	77.03	22.97
200	0.07	52.50	7.69	84.73	15.27
PASA 200	****	103.90			
SUMA	*****	682.00	84.73		
TOTAL		682.00			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.82
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	69.58
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	64.2
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	5.38
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	48.38
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>11.12%</b>



GRAVAS= 25.21 %  
 ARENAS = 59.52 %  
 FINOS= 15.27 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 11.12%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.s: **SM**  
 AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 15



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

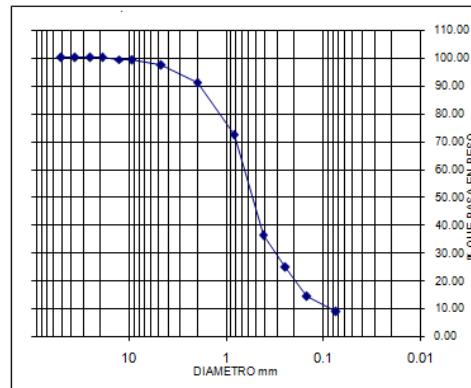
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.6  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 15  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+430 PROFUNDIDAD : 24,50 a 25,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 748.1

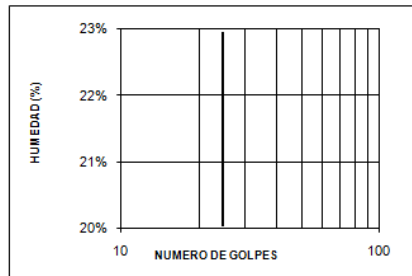
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 687.40

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
****					
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	4.80	0.64	0.64	99.36
3/8"	9.52	1.30	0.17	0.82	99.18
No 4	4.75	13.50	1.80	2.62	97.38
10	2.00	47.30	6.32	8.94	91.06
20	0.84	139.80	18.69	27.63	72.37
40	0.42	270.00	36.09	63.72	36.28
60	0.25	85.20	11.39	75.11	24.89
100	0.15	79.90	10.68	85.79	14.21
200	0.07	40.00	5.35	91.14	8.86
PASA 200	****	66.00			
SUMA	*****	747.80	91.14		
<b>TOTAL</b>		<b>747.80</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	15.05
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	91.83
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	81.88
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	9.95
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	66.83
<b>HUMEDAD (%)</b>							<b>14.89%</b>



GRAVAS= 2.62 %  
 ARENAS = 88.52 %  
 FINOS= 8.86 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 V(%)= 14.89%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S: **SW-SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SW-SM) - Arena limosa bien gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo N.7 – K3+450

## MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

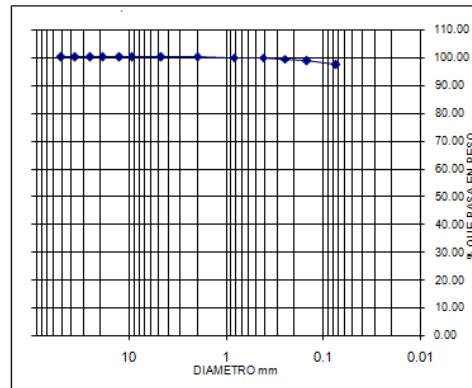
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 0,0 - 2,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 316.3

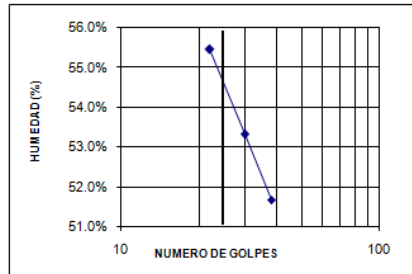
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 8.70

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.30	0.09	0.09	99.91
40	0.42	0.20	0.06	0.16	99.84
60	0.25	1.50	0.47	0.63	99.37
100	0.15	1.60	0.51	1.14	98.86
200	0.07	5.00	1.58	2.72	97.28
PASA 200	*****	307.60			
SUMA	*****	316.20	2.72		
<b>TOTAL</b>		<b>316.20</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	38	30	22	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.22	7.22	7.19	7.49	7.49	-	15.96
T+SUELO HUMEDO (gr)	36.66	38.39	37.44	14.35	13.51	-	63.94
T+SUELO SECO (gr)	26.63	27.55	26.65	12.81	12.19	-	53.65
PESO AGUA (gr)	10.03	10.84	10.79	1.54	1.32	-	10.29
PESO SUELO SECO (gr)	19.41	20.33	19.46	5.32	4.70	-	37.69
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>51.67%</b>	<b>53.32%</b>	<b>55.45%</b>	<b>28.95%</b>	<b>28.09%</b>	-	<b>27.30%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 2.72 %  
 FINOS= 97.28 %

LL= 54.80%  
 LP= 28.52%  
 IP= 26.28%  
 W(%)= 27.30%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CH) - Arcilla arenosa de alta plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

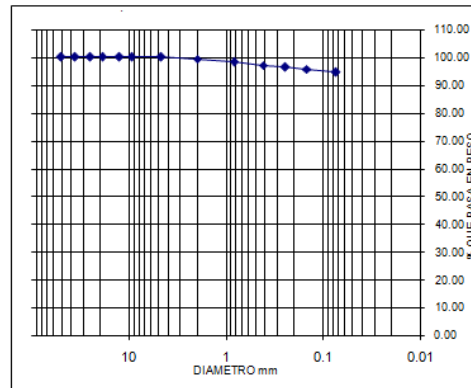
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 2,00 - 3,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 464.5

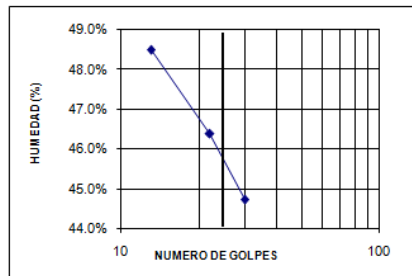
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 24.90

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	2.40	0.52	0.52	99.48
20	0.84	5.90	1.27	1.79	98.21
40	0.42	4.70	1.01	2.80	97.20
60	0.25	3.00	0.65	3.44	96.56
100	0.15	3.40	0.73	4.18	95.82
200	0.07	5.30	1.14	5.32	94.68
PASA 200	*****	439.60			
SUMA	*****	464.30	5.32		
<b>TOTAL</b>		<b>464.30</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	30	22	13	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7	7.41	7.17	-	6.55	7.12	-
T+SUELO HUMEDO (gr)	38	37.64	35.22	-	15.13	14.7	-
T+SUELO SECO (gr)	28.42	28.06	26.06	-	13.48	13.24	-
PESO AGUA (gr)	9.58	9.58	9.16	-	1.65	1.46	-
PESO SUELO SECO (gr)	21.42	20.65	18.89	-	6.93	6.12	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>44.72%</b>	<b>46.39%</b>	<b>48.49%</b>	-	<b>23.81%</b>	<b>23.86%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 5.32 %  
 FINOS= 94.68 %

LL= 45.80%  
 LP= 23.83%  
 IP= 21.97%  
 W(%)= 21.15%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

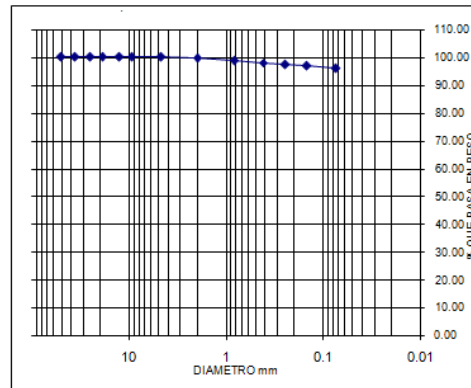
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 3,50 - 5,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 369.5

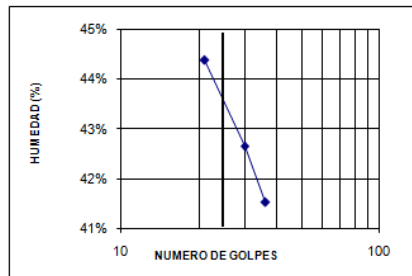
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 14.90

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.30	0.35	0.35	99.65
20	0.84	2.90	0.78	1.14	98.86
40	0.42	3.00	0.81	1.95	98.05
60	0.25	2.00	0.54	2.49	97.51
100	0.15	2.60	0.70	3.19	96.81
200	0.07	2.80	0.76	3.95	96.05
PASA 200	*****	354.60			
SUMA	*****	369.20	3.95		
<b>TOTAL</b>		<b>369.20</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	36	30	21	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	6.54	6.84	6.88	-	6.95	7.05	-
T+SUELO HUMEDO (gr)	33.26	35.94	31.21	-	12.44	12.69	-
T+SUELO SECO (gr)	25.42	27.24	23.73	-	11.43	11.66	-
PESO AGUA (gr)	7.84	8.7	7.48	-	1.01	1.03	-
PESO SUELO SECO (gr)	18.88	20.4	16.85	-	4.48	4.61	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>41.53%</b>	<b>42.65%</b>	<b>44.39%</b>	-	<b>22.54%</b>	<b>22.34%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.95 %  
 FINOS= 96.05 %

LL= 43.50%  
 LP= 22.44%  
 IP= 21.06%  
 W(%)= 20.69%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

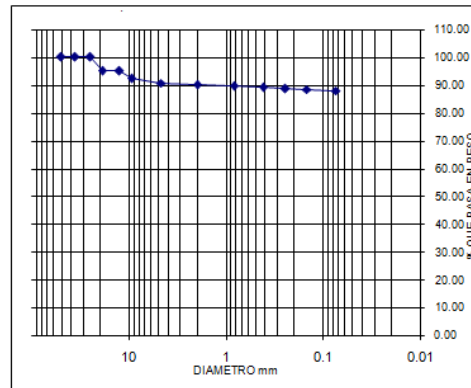
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 5,00 - 7,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 488.1

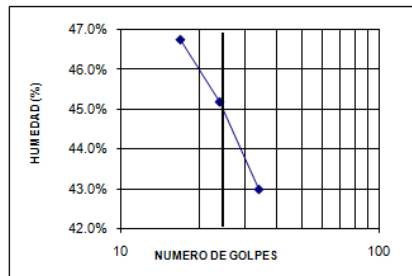
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 59.20

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	23.30	4.77	4.77	95.23
1/2"	12.70	0.00	0.00	4.77	95.23
3/8"	9.52	13.50	2.77	7.54	92.46
No 4	4.75	8.10	1.66	9.20	90.80
10	2.00	4.20	0.86	10.06	89.94
20	0.84	1.70	0.35	10.41	89.59
40	0.42	2.20	0.45	10.86	89.14
60	0.25	2.00	0.41	11.27	88.73
100	0.15	1.30	0.27	11.53	88.47
200	0.07	2.50	0.51	12.05	87.95
PASA 200	****	428.90			
SUMA	*****	487.70	12.05		
<b>TOTAL</b>		<b>487.70</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
	34	24	17	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	34	24	17	-	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.65	7.53	7.42	-	7.37	7.05	17.18
T+SUELO HUMEDO (gr)	39.22	41.78	39.97	-	12.76	13.53	68.72
T+SUELO SECO (gr)	29.73	31.12	28.92	-	11.62	12.16	56.13
PESO AGUA (gr)	9.49	10.66	10.05	-	1.14	1.37	12.59
PESO SUELO SECO (gr)	22.08	23.59	21.5	-	4.25	5.11	38.95
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>42.98%</b>	<b>45.19%</b>	<b>46.74%</b>	-	<b>26.82%</b>	<b>26.81%</b>	<b>32.32%</b>



GRAVAS= 9.20 %  
 ARENAS = 2.85 %  
 FINOS= 87.95 %

LL= 45.10%  
 LP= 26.82%  
 IP= 18.28%  
 W(%)= 32.32%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

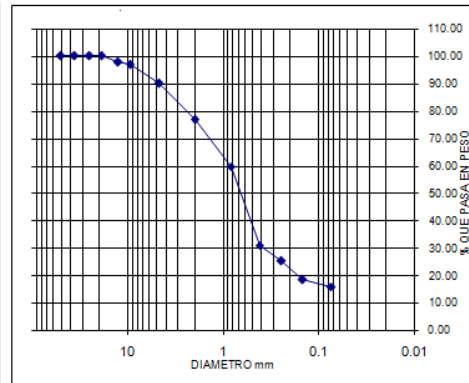
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 7,00 a 8,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 765.9

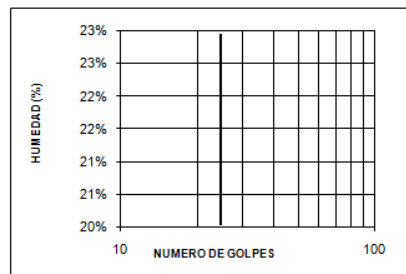
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 645.80

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****					
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	15.50	2.02	2.02	97.98
3/8"	9.52	8.70	1.14	3.16	96.84
No 4	4.75	51.40	6.71	9.87	90.13
10	2.00	100.90	13.17	23.04	76.96
20	0.84	132.40	17.29	40.33	59.67
40	0.42	219.30	28.63	68.96	31.04
60	0.25	45.00	5.88	74.84	25.16
100	0.15	50.70	6.62	81.46	18.54
200	0.07	20.10	2.62	84.08	15.92
PASA 200	****	121.30			
SUMA	*****	765.30	84.08		
TOTAL					



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N/A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	15.24
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	81.97
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	75.97
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	6
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	60.73
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>9.88%</b>



GRAVAS= 9.87 %  
 ARENAS= 74.21 %  
 FINOS= 15.92 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 V(%)= 9.88%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

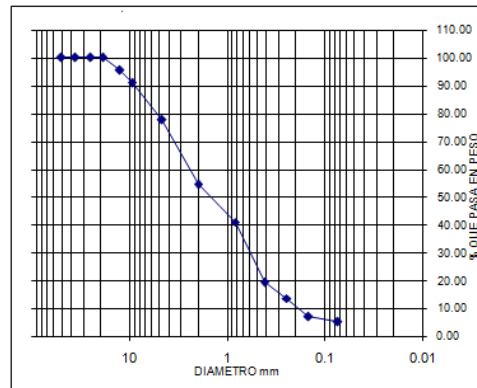
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 6  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+450 PROFUNDIDAD : 8,50 a 10,00m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 450.3

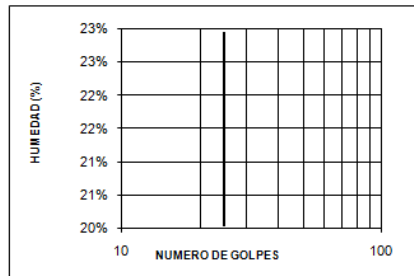
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 428.10

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	20.30	4.51	4.51	95.49
3/8"	9.52	20.90	4.64	9.15	90.85
No 4	4.75	59.40	13.19	22.34	77.66
10	2.00	104.80	23.27	45.61	54.39
20	0.84	60.30	13.39	59.01	40.99
40	0.42	97.30	21.61	80.61	19.39
60	0.25	26.00	5.77	86.39	13.61
100	0.15	30.40	6.75	93.14	6.86
200	0.07	8.00	1.78	94.91	5.09
PASA 200	****	22.70			
SUMA	****	450.10	94.91		
TOTAL		450.10			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	16.51
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	62.44
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	57.19
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	5.25
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	40.68
HUMEDAD (%)							12.91%



GRAVAS= 22.34 %  
 ARENAS = 72.57 %  
 FINOS= 5.09 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 12.91%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **SW-SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SW-SM) - Arena limosa bien gradada

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 7



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

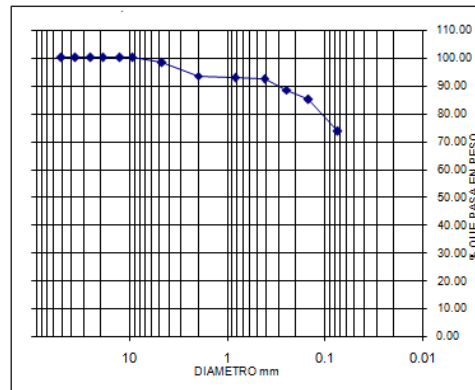
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 7  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 10,00 a 12,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 480

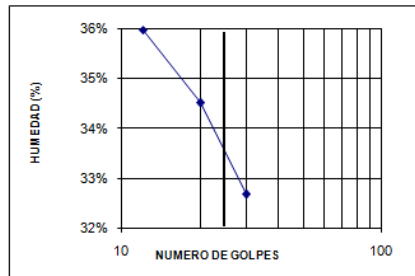
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 134.70

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	8.10	1.69	1.69	98.31
10	2.00	23.50	4.90	6.58	93.42
20	0.84	2.90	0.60	7.19	92.81
40	0.42	2.70	0.56	7.75	92.25
60	0.25	18.00	3.75	11.50	88.50
100	0.15	16.80	3.50	15.00	85.00
200	0.07	54.90	11.44	26.44	73.56
PASA 200	****	352.90			
SUMA	****	479.80	26.44		
<b>TOTAL</b>		<b>479.80</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
	30	20	12	N.A	N.A	
No. GOLPES	30	20	12	N.A	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	7.09	7.46	7.33	7.08	6.89	18.19
T-SUELO HUMEDO (gr)	38.63	39.22	37.41	14.14	14.09	64.43
T-SUELO SECO (gr)	30.86	31.07	29.45	12.94	12.9	54.55
PESO AGUA (gr)	7.77	8.15	7.96	1.20	1.19	9.88
PESO SUELO SECO (gr)	23.77	23.61	22.12	5.86	5.91	26.36
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>32.69%</b>	<b>34.52%</b>	<b>35.99%</b>	<b>20.48%</b>	<b>20.14%</b>	<b>27.17%</b>



GRAVAS= 1.69 %  
 ARENAS= 24.75 %  
 FINOS= 73.56 %

LL= 33.50%  
 LP= 20.31%  
 IP= 13.19%  
 W(%)= 27.17%

CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 8



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

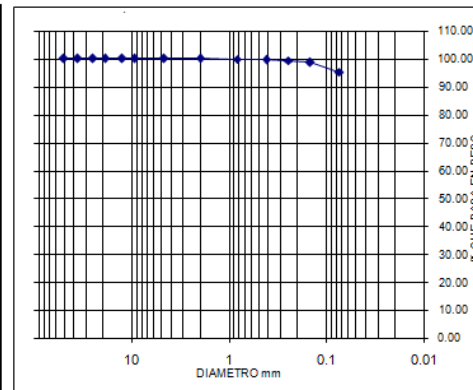
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 8  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 12,00 a 13,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 553.1

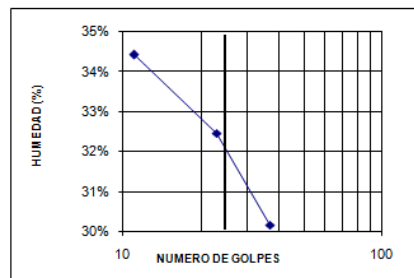
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 26.60

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.90	0.16	0.16	99.84
40	0.42	0.30	0.05	0.22	99.78
60	0.25	2.00	0.36	0.58	99.42
100	0.15	3.80	0.69	1.27	98.73
200	0.07	19.10	3.45	4.72	95.28
PASA 200	****	526.90			
SUMA	*****	553.00	4.72		
TOTAL		553.00			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLPES	37	23	11	N.A	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	6.35	7	6.77	6.78	7.36	14.51
T-SUELO HUMEDO (gr)	34.91	38.34	36.49	14.92	15.63	67.39
T-SUELO SECO (gr)	28.29	30.66	28.88	13.62	14.32	59.09
PESO AGUA (gr)	6.62	7.68	7.61	1.30	1.31	8.3
PESO SUELO SECO (gr)	21.94	23.66	22.11	6.84	6.96	44.58
HUMEDAD (%)	30.17%	32.46%	34.42%	19.01%	18.82%	18.62%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 4.72 %  
 FINOS= 95.28 %

LL= 32.00%  
 LP= 18.91%  
 IP= 13.09%  
 W(%)= 18.62%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S.: **CL**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 9



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

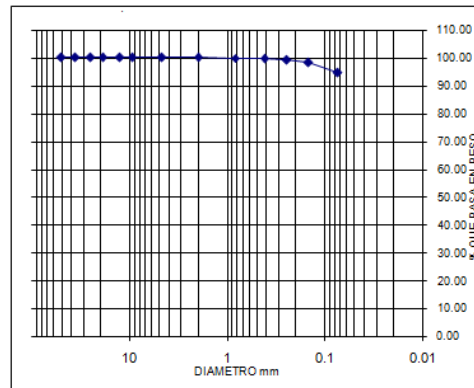
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 9  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 13,50 a 15,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 494.6

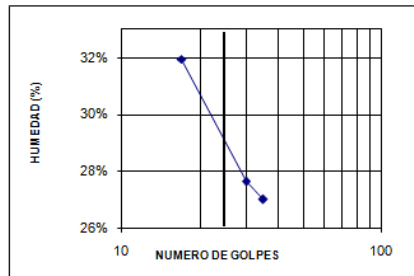
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 27.50

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.70	0.14	0.14	99.86
40	0.42	0.40	0.08	0.22	99.78
60	0.25	3.00	0.61	0.83	99.17
100	0.15	4.30	0.87	1.70	98.30
200	0.07	18.80	3.80	5.50	94.50
PASA 200	****	467.20			
SUMA	****	494.40	5.50		
TOTAL		494.40			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
	35	30	17	N.A	N.A	
No. GOLPES	35	30	17	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.06	7.37	8.91	7.45	6.32	16.78
T-SUELO HUMEDO (gr)	37.16	39.24	37.49	14.2	12.63	69.1
T-SUELO SECO (gr)	30.76	32.34	30.57	13.22	11.82	61.19
PESO AGUA (gr)	6.4	6.9	6.92	0.98	0.81	7.91
PESO SUELO SECO (gr)	23.7	24.97	21.66	5.77	4.90	44.41
HUMEDAD (%)	27.00%	27.63%	31.95%	16.98%	16.53%	17.81%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 5.50 %  
 FINOS= 94.50 %

LL= 29.00%  
 LP= 16.76%  
 IP= 12.24%  
 V(%)= 17.81%

CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 10



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

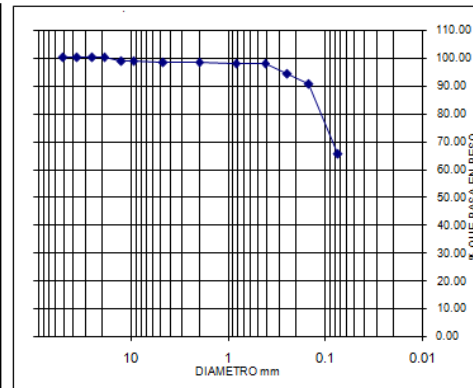
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 10  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 15,00 a 16,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 466.2

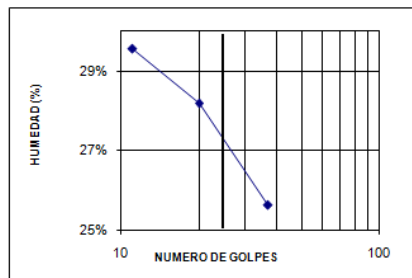
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 175.10

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	6.20	1.33	1.33	98.67
3/8"	9.52	0.00	0.00	1.33	98.67
No 4	4.75	2.20	0.47	1.80	98.20
10	2.00	0.00	0.00	1.80	98.20
20	0.84	1.10	0.24	2.04	97.96
40	0.42	0.50	0.11	2.15	97.85
60	0.25	17.20	3.69	5.83	94.17
100	0.15	17.60	3.78	9.61	90.39
200	0.07	117.00	25.10	34.71	65.29
PASA 200	****	304.10			
SUMA	*****	465.90	34.71		
TOTAL		465.90			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %
No. GOLPES	37	20	11	N.A	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	7.47	7.35	7.39	7.5	7.31	16.97
T-SUELO HUMEDO (gr)	39.67	41.6	38.73	16.1	15.15	70
T-SUELO SECO (gr)	33.1	34.07	31.58	14.82	13.95	62.04
PESO AGUA (gr)	6.57	7.53	7.15	1.28	1.20	7.96
PESO SUELO SECO (gr)	25.63	26.72	24.19	7.32	6.64	45.07
HUMEDAD (%)	25.63%	28.18%	29.56%	17.49%	18.07%	17.66%



GRAVAS= 1.80 %  
 ARENAS = 32.90 %  
 FINOS= 65.29 %

LL= 27.30%  
 LP= 17.78%  
 IP= 9.52%  
 V(z)= 17.66%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **CL**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 11



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

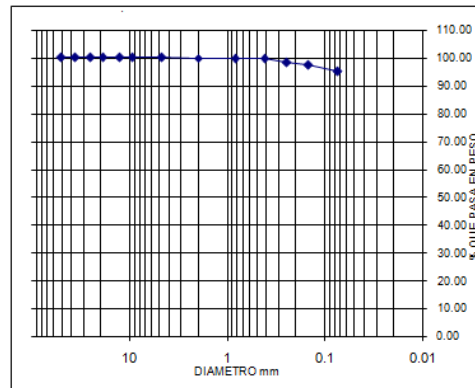
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 11  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 16,00 a 18,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 464.9

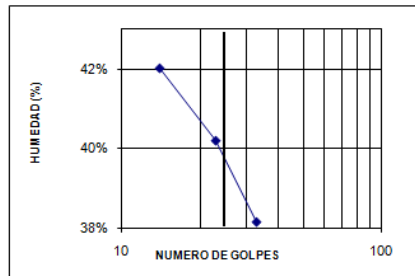
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 22.80

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.50	0.11	0.11	99.89
20	0.84	0.70	0.15	0.26	99.74
40	0.42	0.50	0.11	0.37	99.63
60	0.25	6.20	1.33	1.70	98.30
100	0.15	4.50	0.97	2.67	97.33
200	0.07	10.30	2.22	4.88	95.12
PASA 200	****	442.10			
SUMA	****	464.80	4.88		
TOTAL		464.80			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		W %	
No. GOLPES	33	23	14	N.A	N.A	N.A	
PESO TARA (gr)	6.57	7.35	6.79	-	7.14	7.08	17.91
T-SUELO HUMEDO (gr)	41.12	44.12	40.8	-	13.89	13.47	84.62
T-SUELO SECO (gr)	31.58	33.58	30.74	-	12.66	12.31	75.38
PESO AGUA (gr)	9.54	10.54	10.06	-	1.23	1.16	9.24
PESO SUELO SECO (gr)	25.01	26.23	23.95	-	5.52	5.23	57.47
HUMEDAD (%)	38.14%	40.18%	42.00%	-	22.28%	22.18%	16.08%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 4.88 %  
 FINOS= 95.12 %

LL= 39.80%  
 LP= 22.23%  
 IP= 17.57%  
 W(%)= 16.08%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 12



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

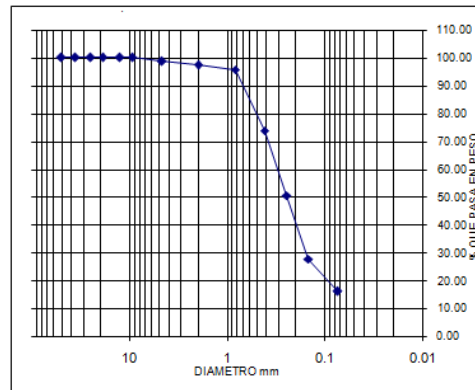
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 12  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+450 PROFUNDIDAD : 18,00 a 19,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 861.7

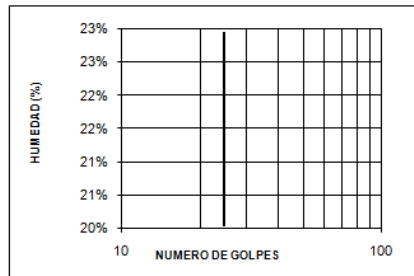
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 728.50

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	11.60	1.35	1.35	98.65
10	2.00	9.80	1.14	2.48	97.52
20	0.84	15.50	1.80	4.28	95.72
40	0.42	187.90	21.81	26.09	73.91
60	0.25	200.50	23.27	49.36	50.64
100	0.15	196.90	22.85	72.21	27.79
200	0.07	100.00	11.60	83.81	16.19
PASA 200	****	139.20			
SUMA	****	861.40	83.81		
TOTAL		861.40			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	16.76
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	63.2
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	55.84
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	7.36
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	39.08
HUMEDAD (%)								18.83%



GRAVAS= 1.35 %  
 ARENAS= 82.46 %  
 FINOS= 16.19 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 18.83%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 13



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

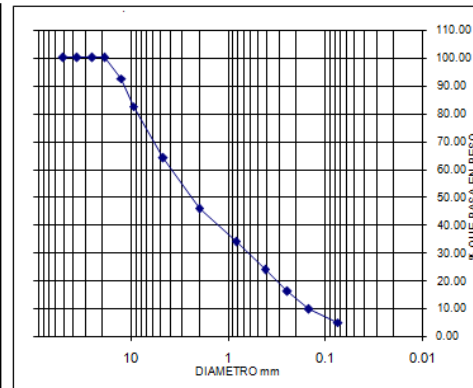
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 13  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 19,50 a 21,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 791.3

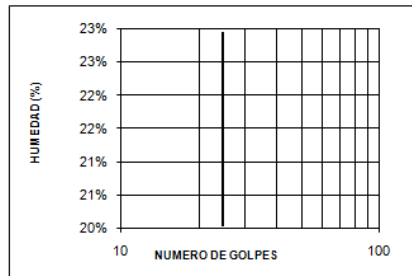
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 755.00

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	58.80	7.43	7.43	92.57
3/8"	9.52	79.50	10.05	17.48	82.52
No 4	4.75	145.70	18.41	35.89	64.11
10	2.00	143.80	18.17	54.06	45.94
20	0.84	95.10	12.02	66.08	33.92
40	0.42	79.40	10.03	76.12	23.88
60	0.25	62.30	7.87	83.99	16.01
100	0.15	50.30	6.36	90.35	9.65
200	0.07	36.80	4.65	95.00	5.00
PASA 200	*****	39.30			
SUMA	*****	791.00	95.00		
<b>TOTAL</b>		<b>791.00</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	16.04
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	78.4
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	71.28
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	7.12
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	55.24
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>12.89%</b>



GRAVAS= 35.89 %  
 ARENAS = 59.11 %  
 FINOS= 5.00 %

LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 V(%)= 12.89%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **SP-SM**

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) - Arena limosa mal gradada

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 14



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

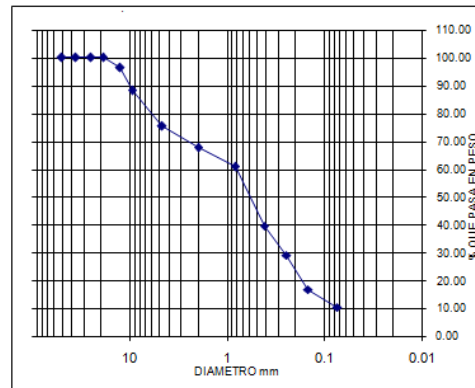
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 14  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 21,00 a 22,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 634.7

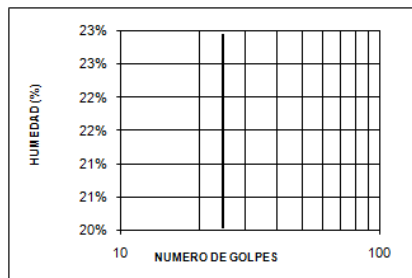
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 573.90

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	22.80	3.59	3.59	96.41
3/8"	9.52	50.90	8.02	11.61	88.39
No 4	4.75	82.30	12.97	24.58	75.42
10	2.00	49.80	7.85	32.42	67.58
20	0.84	43.50	6.85	39.28	60.72
40	0.42	133.50	21.03	60.31	39.69
60	0.25	66.60	10.49	70.81	29.19
100	0.15	78.80	12.42	83.22	16.78
200	0.07	40.20	6.33	89.55	10.45
PASA 200	****	65.80			
SUMA	*****	634.20	89.55		
TOTAL		634.20			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	16.45
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	74.37
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	68.45
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	5.92
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	52
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>11.38%</b>



GRAVAS= 24.58 %  
 ARENAS = 64.98 %  
 FINOS= 10.45 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 11.38%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **SP-SM**

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) - Arena limosa mal gradada

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 15



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

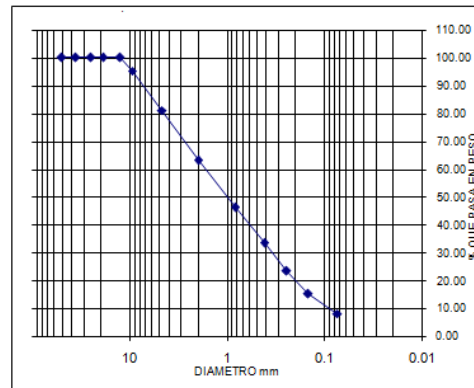
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 15  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 22,50 a 24,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 780.8

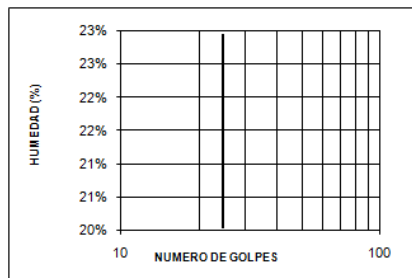
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 721.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	36.50	4.67	4.67	95.33
No 4	4.75	111.00	14.22	18.89	81.11
10	2.00	139.30	17.84	36.73	63.27
20	0.84	132.70	17.00	53.73	46.27
40	0.42	100.40	12.86	66.59	33.41
60	0.25	77.20	9.89	76.47	23.53
100	0.15	64.80	8.30	84.77	15.23
200	0.07	54.90	7.03	91.80	8.20
PASA 200	****	63.60			
SUMA	****	780.40	91.80		
TOTAL		780.40			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	18.06
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	71.17
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	65.22
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	5.95
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	47.16
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>12.62%</b>



GRAVAS= 18.89 %  
 ARENAS = 72.91 %  
 FINOS= 8.20 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 12.62%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **SP-SM**

AASHTO: -

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) - Arena limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 16



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

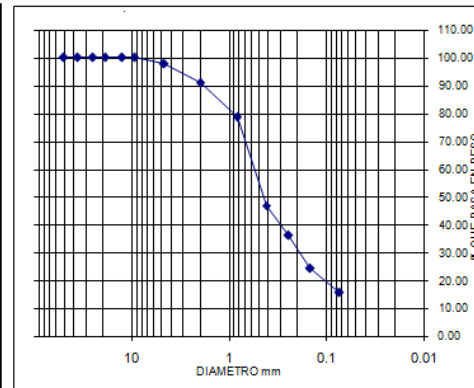
FECHA : SEPTIEMBRE 28 DE 2009 SONDEO : N.7  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 16  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+450 PROFUNDIDAD : 24,50 a 25,00 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 479.7

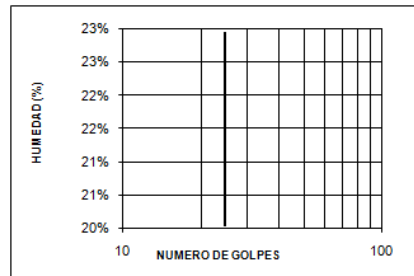
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 411.20

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	10.20	2.13	2.13	97.87
10	2.00	32.70	6.82	8.94	91.06
20	0.84	60.00	12.51	21.45	78.55
40	0.42	151.60	31.60	53.05	46.95
60	0.25	52.20	10.88	63.94	36.06
100	0.15	56.30	11.74	75.67	24.33
200	0.07	42.20	8.80	84.47	15.53
PASA 200	****	74.20			
SUMA	****	479.40	84.47		
TOTAL		479.40			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LIMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	W %
No. GOLPES	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	14.24
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	81.86
T-SUELO SECO (gr)	-	-	73.31
PESO AGUA (gr)	-	-	8.55
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	59.07
<b>HUMEDAD (%)</b>			<b>14.47%</b>



GRAVAS= 2.13 %  
 ARENAS = 82.34 %  
 FINOS= 15.53 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 V(%)= 14.47%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.s: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena limosa

VoBo :

REVISO:


Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES SOBRE EL CAÑO BOCAJÍ

## Sondeo N.8 – K3+870

- MUESTRA 1

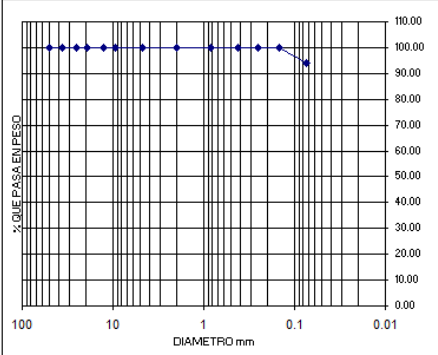


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 0.00 a 2,00 m

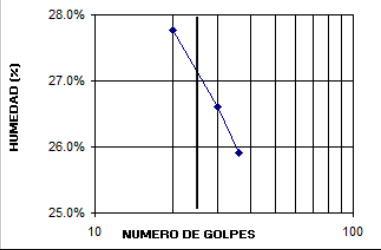
**GRANULOMETRÍA**  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 303.6 PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 18.40

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.25	0.00	0.00	0.00	100.00
100	0.15	0.00	0.00	0.00	100.00
200	0.07	18.20	5.99	5.99	94.01
PASA 200	*****	285.30			
SUMA	*****	303.50	5.99		
<b>TOTAL</b>		<b>303.50</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			V %	
No. GOLPES	36	30	20	-	N.A	N.A	-	
PESO TARA (gr)	7.36	7.14	7.45	-	7.08	7.45	-	16.97
T-SUELO HUMEDO (gr)	32	32.83	33.12	-	13.51	13.41	-	101.27
T-SUELO SECO (gr)	26.93	27.43	27.54	-	12.54	12.51	-	90.15
PESO AGUA (gr)	5.07	5.4	5.58	-	0.97	0.90	-	11.12
PESO SUELO SECO (gr)	19.57	20.29	20.09	-	5.46	5.06	-	73.18
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>25.91%</b>	<b>26.61%</b>	<b>27.78%</b>	-	<b>17.77%</b>	<b>17.79%</b>	-	<b>15.20%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 5.99 %  
 FINOS= 94.01 %

LL= 27.20%  
 LP= 17.78%  
 IP= 9.42%  
 V(%)= 15.20%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S: CL  
 AASHTO: -

**DESCRIPCIÓN:** (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo: \_\_\_\_\_ REVISO: \_\_\_\_\_

Ing. Germán García Vera Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Director Escuela de Ingeniería Civil Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

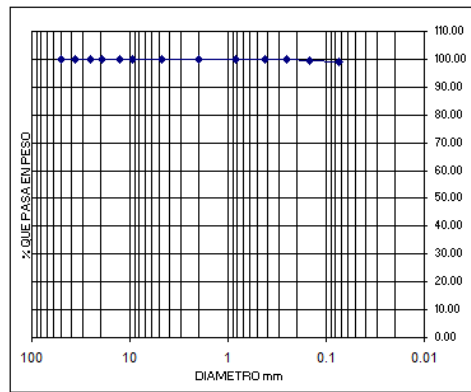
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 2,00 a 4,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 353.5

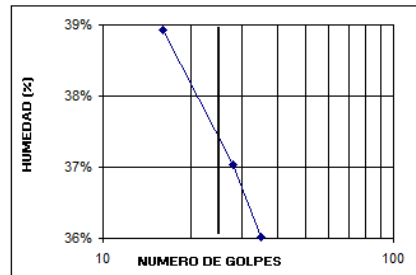
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 4.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.30	0.08	0.08	99.92
60	0.25	0.40	0.11	0.20	99.80
100	0.15	1.00	0.28	0.48	99.52
200	0.07	2.00	0.57	1.05	98.95
PASA 200	****	349.70			
SUMA	****	353.40	1.05		
<b>TOTAL</b>		<b>353.40</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	35	28	16	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.2	6.92	7.33	-	7.36	7.05	-	14.51
T-SUELO HUMEDO (gr)	37.56	39.55	35.95	-	14.37	17.26	-	98.76
T-SUELO SECO (gr)	29.52	30.73	27.93	-	13.22	15.58	-	84.89
PESO AGUA (gr)	8.04	8.82	8.02	-	1.15	1.68	-	13.87
PESO SUELO SECO (gr)	22.32	23.81	20.6	-	5.86	8.53	-	70.38
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>36.02%</b>	<b>37.04%</b>	<b>38.93%</b>	-	<b>19.62%</b>	<b>19.70%</b>	-	<b>19.71%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 1.05 %  
 FINOS= 98.95 %  
  
 LL= 37.30%  
 LP= 19.66%  
 IP= 17.64%  
 V(%)= 19.71%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S:   
 AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

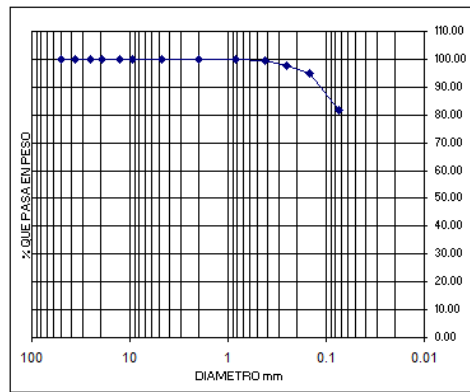
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 4,00 a 5,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 232.6

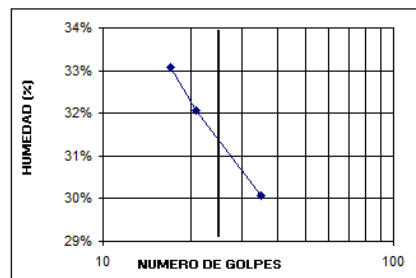
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 43.20

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.30	0.13	0.13	99.87
40	0.42	0.50	0.21	0.34	99.66
60	0.25	5.00	2.15	2.49	97.51
100	0.15	6.30	2.71	5.20	94.80
200	0.07	30.00	12.90	18.10	81.90
PASA 200	****	190.40			
SUMA	****	232.50	18.10		
<b>TOTAL</b>		<b>232.50</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	35	21	17	-	N.A	N.A	
No. GOLPES	35	21	17	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	6.99	6.78	7.28	-	7.08	6.96	16.78
T-SUELO HUMEDO (gr)	32.26	33.89	32.79	-	13.52	13.31	99.31
T-SUELO SECO (gr)	26.42	27.31	26.45	-	12.5	12.29	83.62
PESO AGUA (gr)	5.84	6.58	6.34	-	1.02	1.02	15.69
PESO SUELO SECO (gr)	19.43	20.53	19.17	-	5.42	5.33	66.84
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>30.06%</b>	<b>32.05%</b>	<b>33.07%</b>	<b>-</b>	<b>18.82%</b>	<b>19.14%</b>	<b>23.47%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 18.10 %  
 FINOS= 81.90 %  
  
 LL= 31.40%  
 LP= 18.98%  
 IP= 12.42%  
 W(%)= 23.47%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S:   
 AASHTO

**DESCRIPCIÓN:** (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

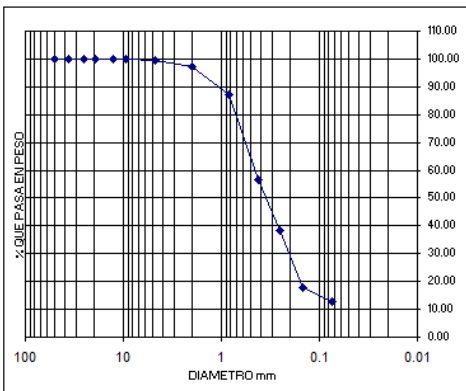
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 5,00 a 6,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 548

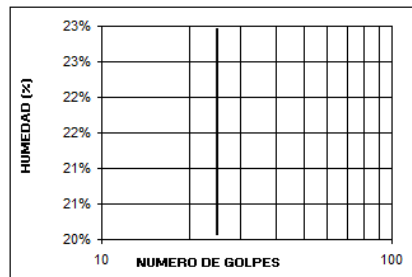
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 480.80

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	2.60	0.47	0.47	99.53
10	2.00	11.60	2.12	2.59	97.41
20	0.84	55.40	10.11	12.70	87.30
40	0.42	168.20	30.69	43.39	56.61
60	0.25	100.30	18.30	61.70	38.30
100	0.15	111.80	20.40	82.10	17.90
200	0.07	27.40	5.00	87.10	12.90
PASA 200	----	70.20			
SUMA	----	547.50	87.10		
<b>TOTAL</b>		<b>547.50</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	18.2
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	92.15
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	80.87
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	11.28
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	62.67
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>18.00%</b>



GRAVAS= 0.47 %  
 ARENAS= 86.62 %  
 FINOS= 12.90 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 18.00%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.: **SM**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

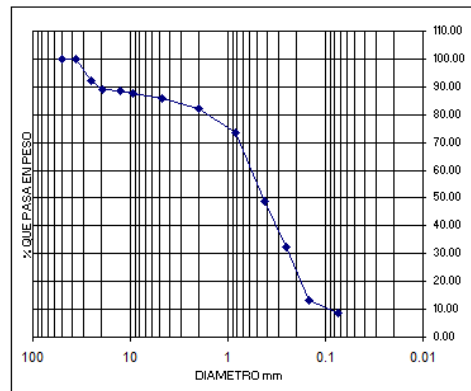
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 6,50 a 7,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 720.2

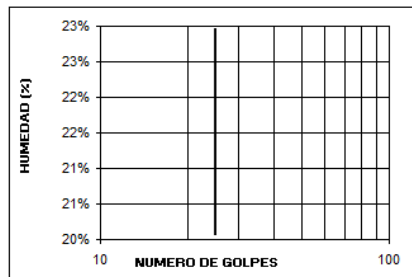
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 661.50

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	57.40	7.97	7.97	92.03
3/4"	19.05	20.20	2.80	10.77	89.23
1/2"	12.70	4.00	0.56	11.33	88.67
3/8"	9.52	8.30	1.15	12.48	87.52
No 4	4.75	11.40	1.58	14.07	85.93
10	2.00	26.00	3.61	17.68	82.32
20	0.84	62.50	8.68	26.35	73.65
40	0.42	177.80	24.69	51.04	48.96
60	0.25	120.80	16.77	67.81	32.19
100	0.15	136.70	18.98	86.80	13.20
200	0.07	32.00	4.44	91.24	8.76
PASA 200	----	62.90			
SUMA	----	720.00	91.24		
<b>TOTAL</b>		<b>720.00</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.25
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	86.08
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	76.52
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	9.56
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	61.27
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>15.60%</b>



GRAVAS= 14.07 %  
 ARENAS= 77.17 %  
 FINOS= 8.76 %

LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 15.60%

**CLASIFICACIÓN:**

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

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) Arena limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

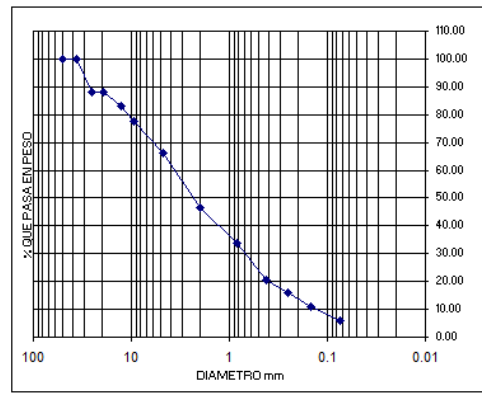
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 6  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 7,50 a 9,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 321.1

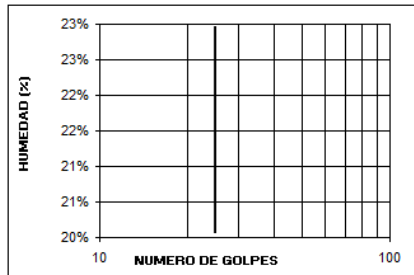
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 302.30

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET %	% RET ACUM %	% PASA %
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	37.60	11.71	11.71	88.29
3/4"	19.05	0.00	0.00	11.71	88.29
1/2"	12.70	16.80	5.23	16.94	83.06
3/8"	9.52	17.60	5.48	22.42	77.58
No 4	4.75	36.50	11.37	33.79	66.21
10	2.00	63.30	19.71	53.50	46.50
20	0.84	41.40	12.89	66.40	33.60
40	0.42	41.30	12.86	79.26	20.74
60	0.25	15.60	4.86	84.12	15.88
100	0.15	15.50	4.83	88.94	11.06
200	0.07	15.80	4.92	93.86	6.14
PASA 200	----	19.40			
SUMA	----	320.80	93.86		
TOTAL		320.80			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.66
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	66.22
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	61.53
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	4.69
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	45.87
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>10.22%</b>



GRAVAS= 33.79 %  
 ARENAS= 60.07 %  
 FINOS= 6.14 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 10.22%

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.: **SV-SM**  
 AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SW-SM) Arena limosa bien gradada

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 7



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

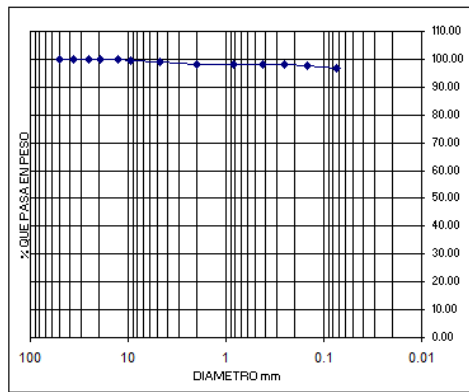
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 7  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 9,50 a 11,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 347.3

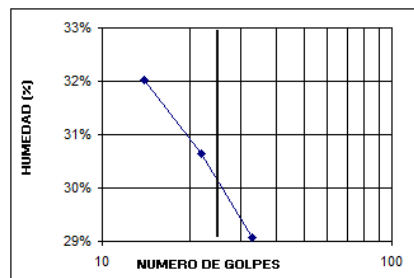
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 10.80

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	1.70	0.49	0.49	99.51
No 4	4.75	1.90	0.55	1.04	98.96
10	2.00	2.30	0.66	1.70	98.30
20	0.84	0.70	0.20	1.90	98.10
40	0.42	0.30	0.09	1.99	98.01
60	0.25	0.20	0.06	2.04	97.96
100	0.15	0.40	0.12	2.16	97.84
200	0.07	3.20	0.92	3.08	96.92
PASA 200	****	336.50			
SUMA	****	347.20	3.08		
<b>TOTAL</b>		<b>347.20</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	33	22	14	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.49	6.99	7.62	-	7.05	7.37	-	15.97
T+SUELO HUMEDO (gr)	37.77	40.85	38.45	-	14.87	14.98	-	94.04
T+SUELO SECO (gr)	30.95	32.91	30.97	-	13.67	13.79	-	86.19
PESO AGUA (gr)	6.82	7.94	7.48	-	1.20	1.19	-	7.85
PESO SUELO SECO (gr)	23.46	25.92	23.35	-	6.62	6.42	-	70.22
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>29.07%</b>	<b>30.63%</b>	<b>32.03%</b>	-	<b>18.13%</b>	<b>18.54%</b>	-	<b>11.18%</b>



GRAVAS= 1.04 %  
 ARENAS = 2.04 %  
 FINOS= 96.92 %

LL= 30.20%  
 LP= 18.33%  
 IP= 11.87%  
 W(%)= 11.18%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 8



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

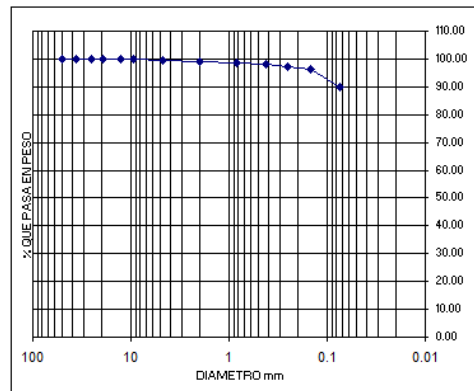
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 8  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 11,00 a 13,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 458.8

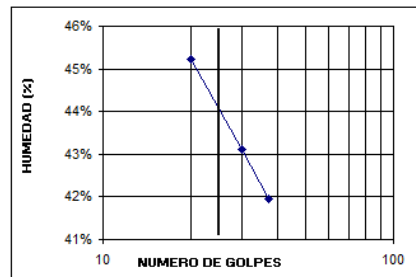
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 50.50

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	1.80	0.39	0.39	99.61
10	2.00	3.10	0.68	1.07	98.93
20	0.84	1.90	0.41	1.48	98.52
40	0.42	1.30	0.28	1.77	98.23
60	0.25	4.00	0.87	2.64	97.36
100	0.15	5.20	1.13	3.77	96.23
200	0.07	28.80	6.28	10.05	89.95
PASA 200	----	412.50			
SUMA	----	458.60	10.05		
<b>TOTAL</b>		<b>458.60</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	37	30	20	-	N.A	N.A	
No. GOLPES	37	30	20	-	N.A	N.A	N.A
PESO TARA (gr)	6.99	6.54	7.12	-	7.11	7.49	17.18
T-SUELO HUMEDO (gr)	35.36	37.51	36.66	-	15	14.11	106.39
T-SUELO SECO (gr)	27.4	28.18	27.46	-	13.78	13.11	93.62
PESO AGUA (gr)	8.56	9.33	9.2	-	1.22	1.00	12.77
PESO SUELO SECO (gr)	20.41	21.64	20.34	-	6.67	5.62	76.44
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>41.94%</b>	<b>43.11%</b>	<b>45.23%</b>	-	<b>18.29%</b>	<b>17.79%</b>	<b>16.71%</b>



GRAVAS= 0.39 %  
 ARENAS= 9.66 %  
 FINOS= 89.95 %

LL= 44.10%  
 LP= 18.04%  
 IP= 26.06%  
 W(%)= 16.71%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 9



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

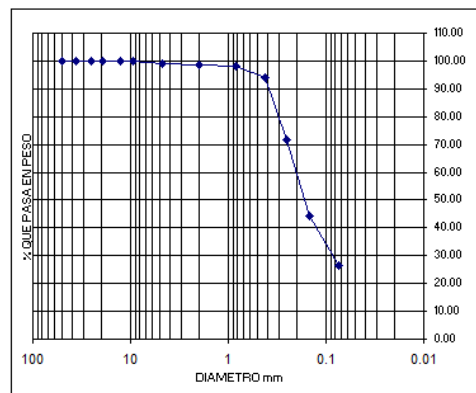
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 9  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 13,00 a 14,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 564.1

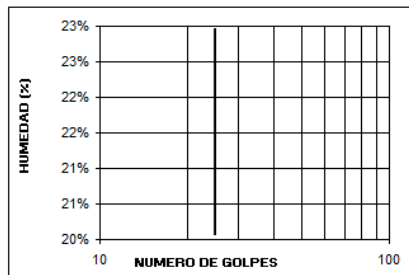
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 421.30

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	5.80	1.03	1.03	98.97
10	2.00	2.50	0.44	1.47	98.53
20	0.84	140	0.25	1.72	98.28
40	0.42	23.20	4.11	5.83	94.17
60	0.25	125.30	22.32	28.15	71.85
100	0.15	156.60	27.76	55.91	44.09
200	0.07	99.30	17.60	73.52	26.48
PASA 200	-----	149.20			
SUMA	-----	563.90	73.52		
TOTAL		563.90			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LIMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	W %
No. GOLPES	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	16.05
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	90.57
T-SUELO SECO (gr)	-	-	80.69
PESO AGUA (gr)	-	-	9.88
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	64.64
<b>HUMEDAD (%)</b>			<b>15.28%</b>



GRAVAS= 1.03 %  
 ARENAS= 72.49 %  
 FINOS= 26.48 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 15.28%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 10



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

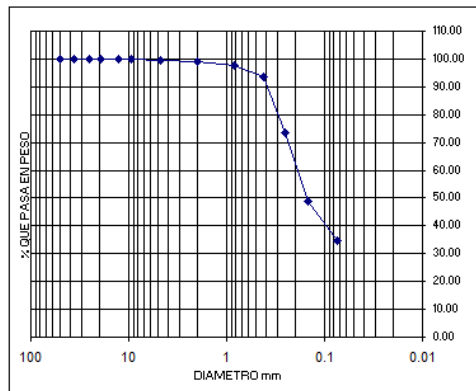
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 10  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 14,00 a 15,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 676.6

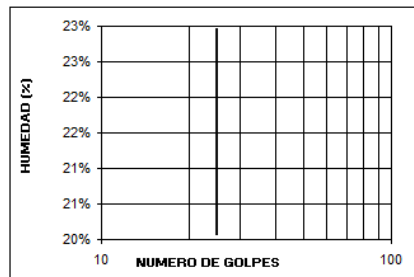
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 448.60

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	2.60	0.38	0.38	99.62
10	2.00	5.00	0.74	1.12	98.88
20	0.84	7.20	1.06	2.19	97.81
40	0.42	27.80	4.11	6.30	93.70
60	0.25	135.50	20.03	26.32	73.68
100	0.15	168.50	24.90	51.23	48.77
200	0.07	95.60	14.13	65.36	34.64
PASA 200	****	234.00			
SUMA	*****	676.20	65.36		
TOTAL		676.20			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.46
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	95.83
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	84.43
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	11.4
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	67.97
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>16.77%</b>



GRAVAS= 0.38 %  
 ARENAS = 64.97 %  
 FINOS= 34.64 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 w(%)= 16.77%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 11



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

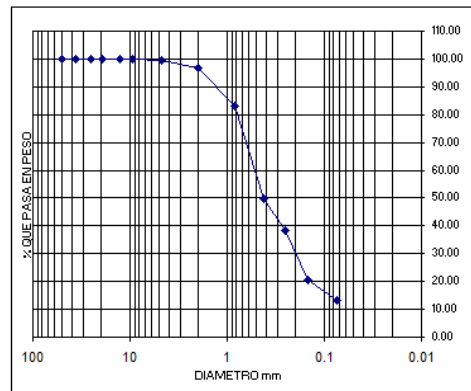
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 11  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 15,50 a 17,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 664.8

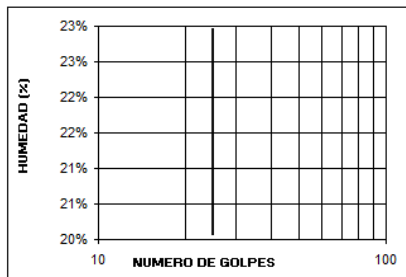
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 581.90

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	4.30	0.65	0.65	99.35
10	2.00	18.20	2.74	3.38	96.62
20	0.84	90.00	13.54	16.92	83.08
40	0.42	222.00	33.39	50.32	49.68
60	0.25	75.90	11.42	61.73	38.27
100	0.15	119.30	17.95	79.68	20.32
200	0.07	46.50	6.99	86.67	13.33
PASA 200	****	88.20			
SUMA	*****	664.40	86.67		
TOTAL		664.40			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LIMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	W %
No. GOLPES	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	16.76
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	102.19
T-SUELO SECO (gr)	-	-	92.38
PESO AGUA (gr)	-	-	9.81
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	75.62
<b>HUMEDAD (%)</b>			<b>12.97%</b>



GRAVAS= 0.65 %  
 ARENAS= 86.03 %  
 FINOS= 13.33 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 12.97%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: **(SM) - Arena Limosa**

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 12



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

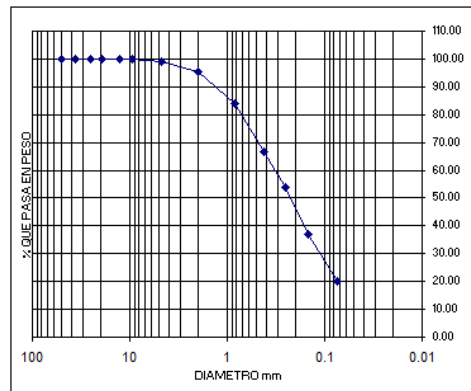
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 12  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 17,00 a 19,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 547.5

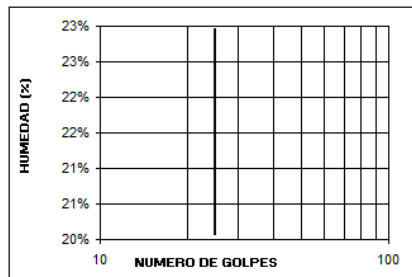
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 442.60

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	4.80	0.88	0.88	99.12
10	2.00	21.20	3.87	4.75	95.25
20	0.84	61.80	11.29	16.04	83.96
40	0.42	94.60	17.28	33.32	66.68
60	0.25	69.30	12.66	45.97	54.03
100	0.15	94.40	17.24	63.21	36.79
200	0.07	91.80	16.77	79.98	20.02
PASA 200	----	109.20			
SUMA	----	547.10	79.98		
<b>TOTAL</b>		<b>547.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	17.33
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	102.38
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	90.87
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	11.51
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	73.54
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>15.65%</b>



GRAVAS= 0.88 %  
 ARENAS= 79.11 %  
 FINOS= 20.02 %

LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 15.65%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 13



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

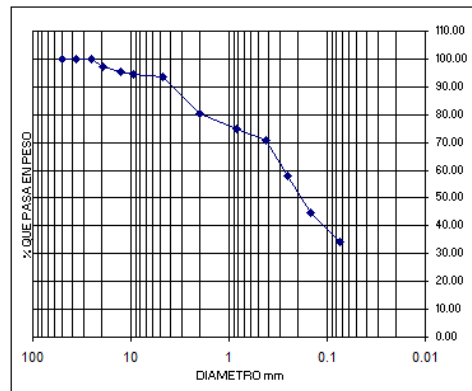
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 13  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 19,50 a 21,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 687.7

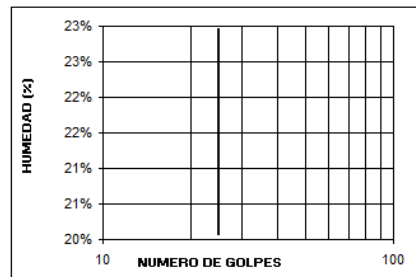
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 457.10

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	18.50	2.69	2.69	97.31
1/2"	12.70	12.60	1.83	4.52	95.48
3/8"	9.52	6.00	0.87	5.39	94.61
No 4	4.75	7.00	1.02	6.41	93.59
10	2.00	91.50	13.31	19.72	80.28
20	0.84	37.80	5.50	25.21	74.79
40	0.42	28.40	4.13	29.34	70.66
60	0.25	88.20	12.83	42.17	57.83
100	0.15	90.10	13.10	55.27	44.73
200	0.07	72.60	10.56	65.83	34.17
PASA 200	****	234.70			
SUMA	****	687.40	65.83		
TOTAL		687.40			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	16.52
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	117
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	106.3
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	10.7
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	83.78
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>11.92%</b>



GRAVAS= 6.41 %  
 ARENAS= 59.42 %  
 FINOS= 34.17 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 11.92%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 14



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

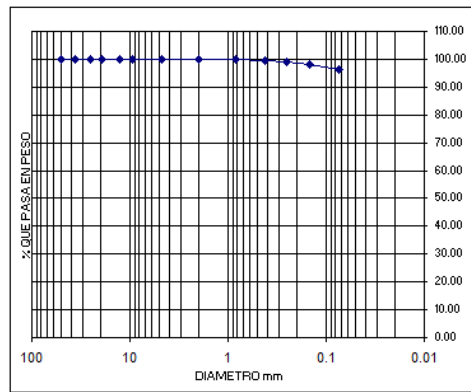
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 14  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+870 PROFUNDIDAD : 21,00 a 22,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 289.9

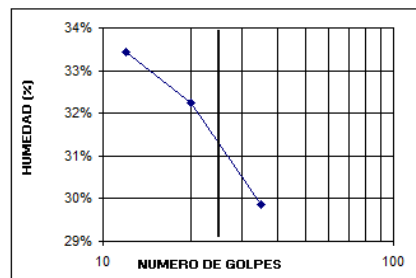
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 12.10

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	1.60	0.55	0.55	99.45
60	0.25	1.50	0.52	1.07	98.93
100	0.15	2.50	0.86	1.93	98.07
200	0.07	5.00	1.72	3.66	96.34
PASA 200	****	279.00			
SUMA	****	289.60	3.66		
<b>TOTAL</b>		<b>289.60</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	35	20	12	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	35	20	12	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.15	7.49	7.25	-	7.25	7.3	-	14.24
T-SUELO HUMEDO (gr)	36.47	38.26	35.22	-	15	15.4	-	107.99
T-SUELO SECO (gr)	29.73	30.76	28.21	-	13.76	14.13	-	92.23
PESO AGUA (gr)	6.74	7.5	7.01	-	1.24	1.27	-	15.76
PESO SUELO SECO (gr)	22.58	23.27	20.96	-	6.51	6.83	-	77.99
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>29.85%</b>	<b>32.23%</b>	<b>33.44%</b>	<b>-</b>	<b>19.05%</b>	<b>18.59%</b>	<b>-</b>	<b>20.21%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 3.66 %  
 FINOS= 96.34 %  
  
 LL= 31.40%  
 LP= 18.82%  
 IP= 12.58%  
 W(%)= 20.21%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 15



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

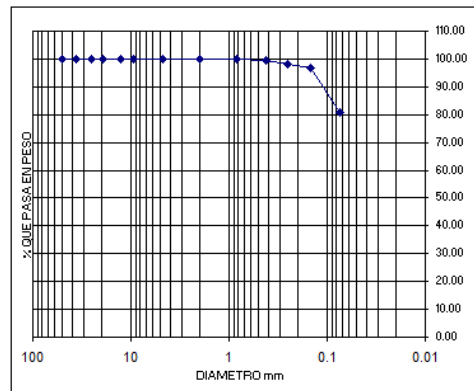
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 15  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 22.50 a 23.50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 397.5

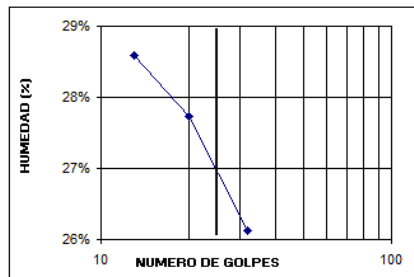
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 80.40

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	1.00	0.25	0.25	99.75
40	0.42	1.60	0.40	0.65	99.35
60	0.25	4.00	1.01	1.66	98.34
100	0.15	6.80	1.71	3.37	96.63
200	0.07	63.70	16.03	19.40	80.60
PASA 200	----	320.10			
SUMA	----	397.20	19.40		
<b>TOTAL</b>		<b>397.20</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	32	20	13	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.06	7.47	7.01	-	7.17	7.01	-	18.06
T-SUELO HUMEDO (gr)	39.84	40.59	37.77	-	15.08	13.52	-	96.09
T-SUELO SECO (gr)	33.05	33.4	30.93	-	13.77	12.43	-	82.49
PESO AGUA (gr)	6.79	7.19	6.84	-	1.31	1.09	-	13.6
PESO SUELO SECO (gr)	25.99	25.93	23.92	-	6.60	5.42	-	64.43
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>26.13%</b>	<b>27.73%</b>	<b>28.60%</b>	-	<b>19.85%</b>	<b>20.11%</b>	-	<b>21.1%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 19.40 %  
 FINOS= 80.60 %

LL= 27.00%  
 LP= 19.98%  
 IP= 7.02%  
 W(%)= 21.1%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 16



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

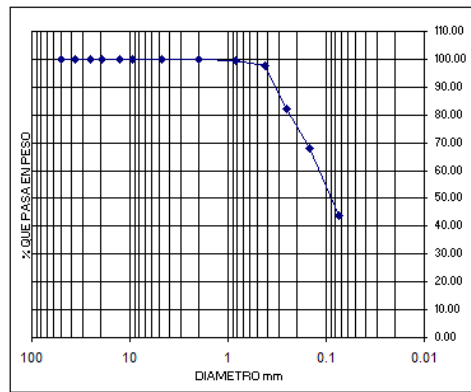
FECHA : Septiembre 29-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 16  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+870 PROFUNDIDAD : 23,50 a 24,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 519.5

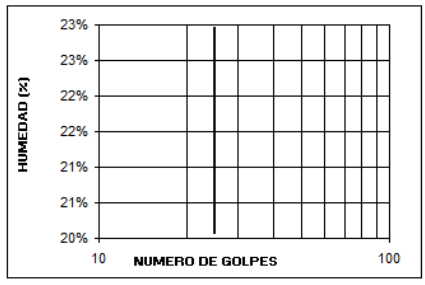
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 296.60

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	1.50	0.29	0.29	99.71
40	0.42	9.60	1.85	2.14	97.86
60	0.25	82.00	15.78	17.92	82.08
100	0.15	72.70	13.99	31.92	68.08
200	0.07	125.40	24.14	56.05	43.95
PASA 200	****	227.90			
SUMA	****	519.10	56.05		
<b>TOTAL</b>		<b>519.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.83
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	82.14
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	70.97
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	11.17
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	55.14
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>20.26%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 56.05 %  
 FINOS= 43.95 %  
 LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 V(%)= 20.26%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.s: **SM**  
 AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería y Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 17



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

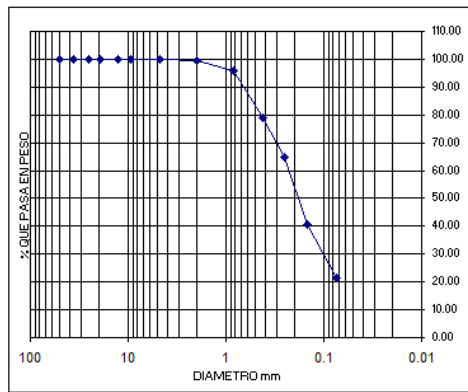
FECHA : Septiembre 29-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 17  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 24,50 a 26,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 469.7

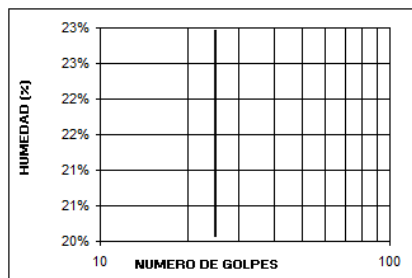
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 373.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	3.00	0.64	0.64	99.36
20	0.84	15.80	3.36	4.00	96.00
40	0.42	79.20	16.86	20.86	79.14
60	0.25	66.70	14.20	35.06	64.94
100	0.15	114.70	24.42	59.48	40.52
200	0.07	90.20	19.20	78.69	21.31
PASA 200	****	99.80			
SUMA	****	469.40	78.69		
<b>TOTAL</b>		<b>469.40</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.71
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	76.49
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	67.31
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	9.18
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	51.6
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>17.79%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 78.69 %  
 FINOS= 21.31 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 17.79%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 18



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

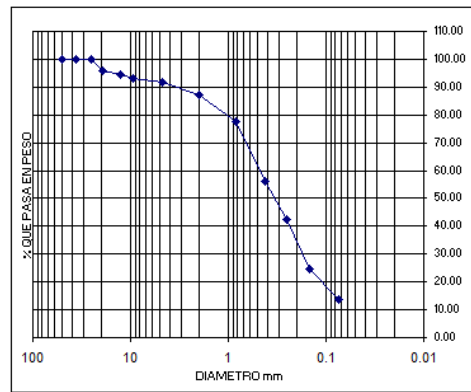
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 18  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 26,00 a 27,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 521.5

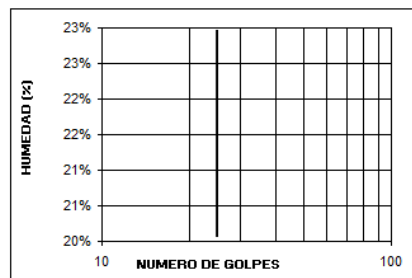
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 457.20

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	20.60	3.95	3.95	96.05
1/2"	12.70	7.50	1.44	5.39	94.61
3/8"	9.52	7.30	1.40	6.79	93.21
No 4	4.75	7.80	1.50	8.28	91.72
10	2.00	22.70	4.35	12.64	87.36
20	0.84	51.20	9.82	22.45	77.55
40	0.42	112.80	21.63	44.08	55.92
60	0.25	70.60	13.54	57.62	42.38
100	0.15	32.00	6.14	63.76	36.24
200	0.07	58.40	11.20	74.96	25.04
PASA 200	****	70.40			
SUMA	*****		86.46		
<b>TOTAL</b>		<b>521.30</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	15.43
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	96.64
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	86.62
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	10.02
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	71.19
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>14.08%</b>



GRAVAS= 8.28 %  
 ARENAS = 78.18 %  
 FINOS= 13.54 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 14.08%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 19



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

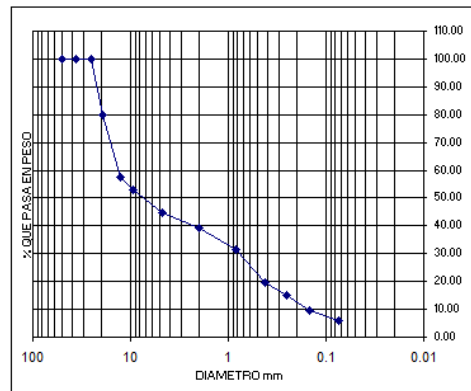
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 19  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 27,00 a 28,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 274.8

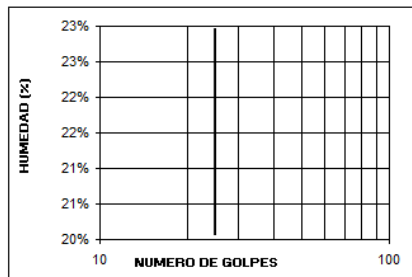
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 259.90

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	55.20	20.09	20.09	79.91
1/2"	12.70	61.30	22.31	42.39	57.61
3/8"	9.52	12.80	4.66	47.05	52.95
No 4	4.75	22.50	8.19	55.24	44.76
10	2.00	15.20	5.53	60.77	39.23
20	0.84	21.00	7.64	68.41	31.59
40	0.42	33.20	12.08	80.49	19.51
60	0.25	12.00	4.37	84.86	15.14
100	0.15	15.30	5.57	90.43	9.57
200	0.07	10.50	3.82	94.25	5.75
PASA 200	****	15.50			
SUMA	****	274.50	94.25		
TOTAL		274.50			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	78.91
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	71.88
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	7.03
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	54.28
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>12.95%</b>



GRAVAS= 55.24 %  
 ARENAS= 39.01 %  
 FINOS= 5.75 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 V(%)= 12.95%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S.: **GP-GM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (GP-GM) Grava limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 20



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

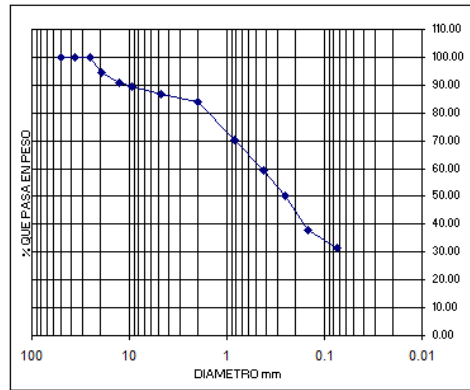
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 20  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 28,00 a 29,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 448.9

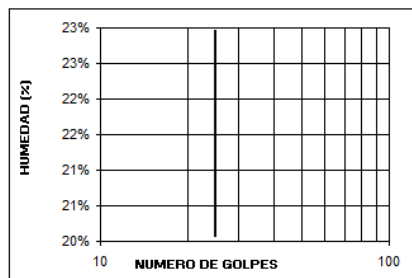
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 310.20

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	25.10	5.59	5.59	94.41
1/2"	12.70	16.00	3.56	9.16	90.84
3/8"	9.52	6.60	1.47	10.63	89.37
No 4	4.75	11.80	2.63	13.25	86.75
10	2.00	13.20	2.94	16.20	83.80
20	0.84	61.00	13.59	29.78	70.22
40	0.42	48.10	10.72	40.50	59.50
60	0.25	41.80	9.31	49.81	50.19
100	0.15	55.50	12.36	62.17	37.83
200	0.07	28.00	6.24	68.41	31.59
PASA 200	*****	141.50			
SUMA	*****	448.60	68.41		
<b>TOTAL</b>		<b>448.60</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.05
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	110.41
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	37.31
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	13.1
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	82.26
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>15.93%</b>



GRAVAS= 13.25 %  
 ARENAS = 55.16 %  
 FINOS= 31.59 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 15.93%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 21



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

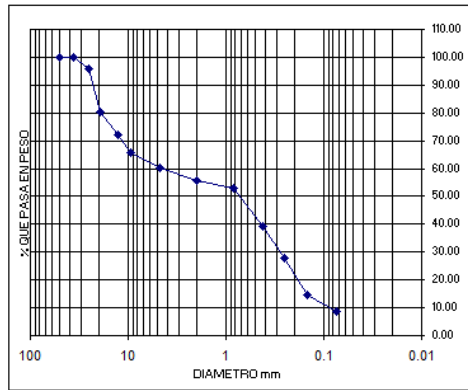
FECHA : Septiembre 30-2009 SONDEO : N.8  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 21  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+870 PROFUNDIDAD : 29,50 a 30,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 570

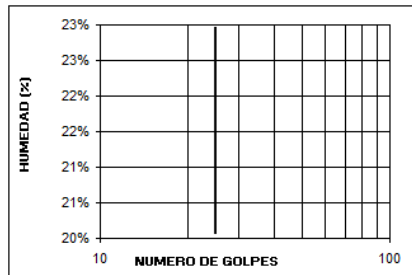
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 523.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	24.90	4.37	4.37	95.63
3/4"	19.05	87.40	15.33	19.70	80.30
1/2"	12.70	45.80	8.04	27.74	72.26
3/8"	9.52	37.50	6.58	34.32	65.68
No 4	4.75	32.20	5.65	39.96	60.04
10	2.00	24.10	4.23	44.19	55.81
20	0.84	16.20	2.84	47.04	52.96
40	0.42	78.20	13.72	60.75	39.25
60	0.25	65.80	11.54	72.30	27.70
100	0.15	73.50	12.89	85.19	14.81
200	0.07	35.20	6.18	91.37	8.63
PASA 200	*****	49.00			
SUMA	*****	563.80	91.37		
<b>TOTAL</b>		<b>563.80</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	6.82
T+SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	69.72
T+SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	62.3
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	7.42
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	55.48
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>13.37%</b>



GRAVAS= 39.96 %  
 ARENAS = 51.40 %  
 FINOS= 8.63 %  
 LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 13.37%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s: **SP-SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) Arena limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# Sondeo N.9 – K3+895

## MUESTRA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

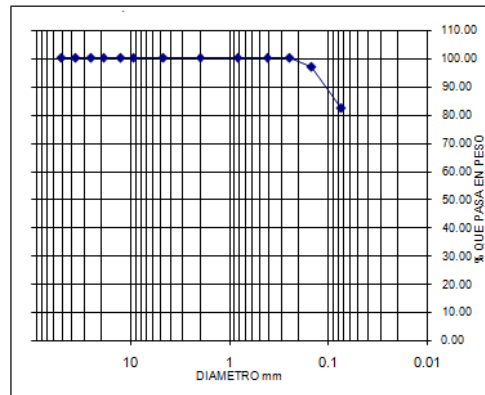
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 0,0 a 1,50 m

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 304.1

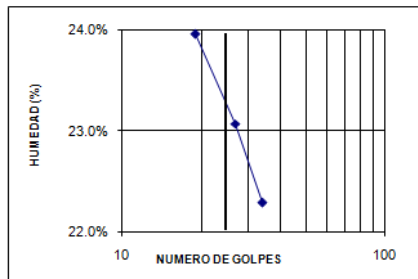
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 54.70

MALLA No	ABERTURA	W RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.25	0.00	0.00	0.00	100.00
100	0.15	9.50	3.12	3.12	96.88
200	0.07	44.00	14.47	17.59	82.41
PASA 200	*****	250.50			
SUMA	*****	304.00	17.59		
TOTAL		304.00			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	34	27	19	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	34	27	19	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.13	7.5	7.77	-	7.31	7.22	-	18.06
T-SUELO HUMEDO (gr)	31.05	33.9	33.12	-	20.43	23.19	-	93.44
T-SUELO SECO (gr)	26.69	28.95	28.22	-	18.59	20.95	-	79.97
PESO AGUA (gr)	4.36	4.95	4.9	-	1.84	2.24	-	13.47
PESO SUELO SECO (gr)	19.56	21.45	20.45	-	11.28	13.73	-	61.91
HUMEDAD (%)	22.29%	23.08%	23.96%	-	16.31%	16.31%	-	21.76%



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 17.59 %  
 FINOS= 82.41 %

LL= 23.40%  
 LP= 16.31%  
 IP= 7.09%  
 W(%)= 21.76%

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

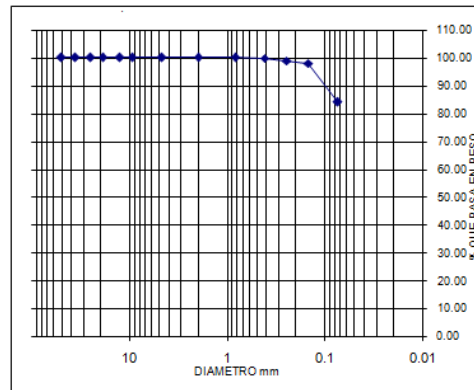
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 1,50 a 2,50

GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 447.53

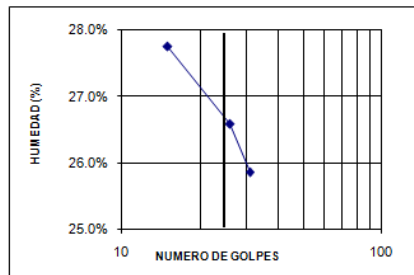
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 74.30

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.80	0.18	0.18	99.82
60	0.25	3.80	0.85	1.03	98.97
100	0.15	4.40	0.98	2.01	97.99
200	0.07	62.00	13.85	15.86	84.14
PASA 200	****	376.23			
SUMA	****	447.23	15.86		
TOTAL		447.23			



LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	31	26	15	-	N.A	N.A	
No. GOLPES	31	26	15	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.15	7.08	6.57	-	7.05	7.26	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	28.81	27.89	28.44	-	21.47	18.57	-
T-SUELO SECO (gr)	24.36	23.52	23.69	-	19.16	16.74	-
PESO AGUA (gr)	4.45	4.37	4.75	-	2.31	1.83	-
PESO SUELO SECO (gr)	17.21	16.44	17.12	-	12.11	9.48	-
HUMEDAD (%)	25.86%	26.58%	27.75%	-	19.08%	19.30%	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 15.86 %  
 FINOS= 84.14 %  
  
 LL= 26.60%  
 LP= 19.19%  
 IP= 7.41%  
 W(%)= 23.29%

CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 3



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

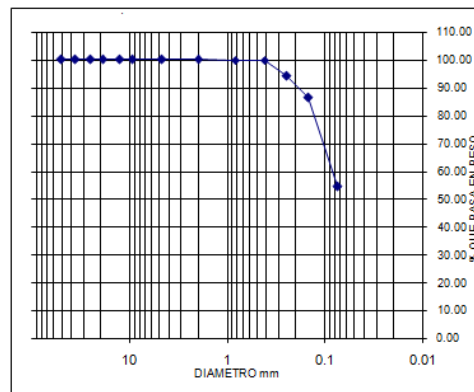
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 2,50 a 4,5m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 419.34

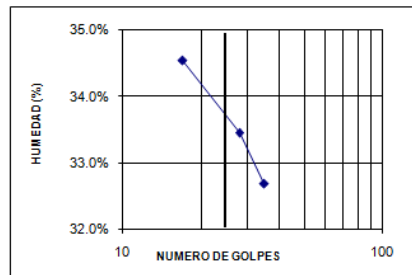
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 195.10

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.40	0.10	0.10	99.90
40	0.42	0.30	0.07	0.17	99.83
60	0.25	24.00	5.72	5.89	94.11
100	0.15	32.00	7.63	13.52	86.48
200	0.07	133.70	31.88	45.40	54.60
PASA 200	****	228.74			
SUMA	****	419.14	45.40		
<b>TOTAL</b>		<b>419.14</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	35	28	17	-	N.A	N.A	
No. GOLPES	35	28	17	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.2	7.12	7.1	-	7.36	6.95	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	31.56	31.02	31.33	-	19.59	18.79	-
T-SUELO SECO (gr)	25.56	25.03	25.11	-	17.79	17.04	-
PESO AGUA (gr)	6	5.99	6.22	-	1.80	1.75	-
PESO SUELO SECO (gr)	18.36	17.91	18.01	-	10.43	10.09	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>32.68%</b>	<b>33.45%</b>	<b>34.54%</b>	-	<b>17.26%</b>	<b>17.34%</b>	<b>20.26%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 45.40 %  
 FINOS= 54.60 %  
  
 LL= 33.70%  
 LP= 17.30%  
 IP= 16.40%  
 W(%)= 20.26%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S:   
 AASHTO

**DESCRIPCIÓN:** (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

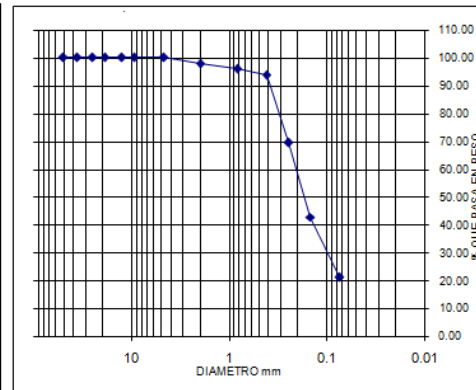
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 4,50 a 5,0m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 514.9

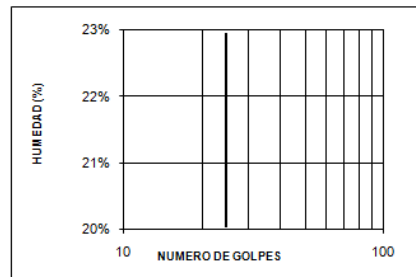
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 412.50

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	10.80	2.10	2.10	97.90
20	0.84	10.00	1.94	4.04	95.96
40	0.42	11.30	2.19	6.23	93.77
60	0.25	124.30	24.14	30.37	69.63
100	0.15	138.00	26.80	57.18	42.82
200	0.07	111.20	21.60	78.77	21.23
PASA 200	****	109.10			
SUMA	****	514.70	78.77		
<b>TOTAL</b>		<b>514.70</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	18.2
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	85.81
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	69.73
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.08
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	5153
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>31.21%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 78.77 %  
 FINOS= 21.23 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 31.21%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 5



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

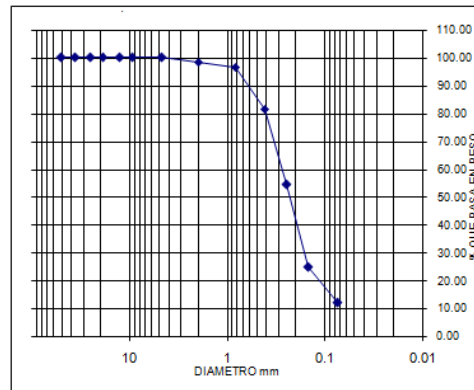
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 5,0 a 6,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 672.9

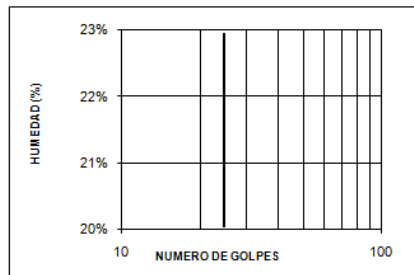
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 595.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	9.50	1.41	1.41	98.59
20	0.84	12.30	1.83	3.24	96.76
40	0.42	102.00	15.16	18.40	81.60
60	0.25	183.50	27.27	45.67	54.33
100	0.15	199.50	29.65	75.32	24.68
200	0.07	84.20	12.51	87.83	12.17
PASA 200	****	81.70			
SUMA	****	672.70	87.83		
<b>TOTAL</b>		<b>672.70</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.96
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	74.35
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	67
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	7.35
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	51.04
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>14.40%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 87.83 %  
 FINOS= 12.17 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 14.40%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

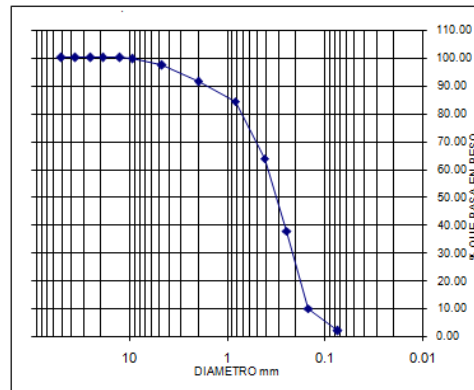
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 6  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 6,00 a 7,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 649.7

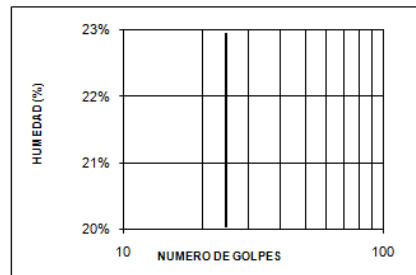
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 640.40

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	3.20	0.49	0.49	99.51
No 4	4.75	13.10	2.02	2.51	97.49
10	2.00	40.00	6.16	8.67	91.33
20	0.84	45.60	7.02	15.68	84.32
40	0.42	133.40	20.53	36.22	63.78
60	0.25	168.80	25.98	62.20	37.80
100	0.15	180.70	27.81	90.01	9.99
200	0.07	52.20	8.03	98.05	1.95
PASA 200	****	12.40			
SUMA	****	643.40	98.05		
TOTAL		649.40			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	14.51
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	85.28
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	75.67
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	9.61
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	61.16
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>15.71%</b>



GRAVAS= 2.51 %  
 ARENAS = 95.54 %  
 FINOS= 1.95 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 15.71%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SP) - Arena mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 7



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

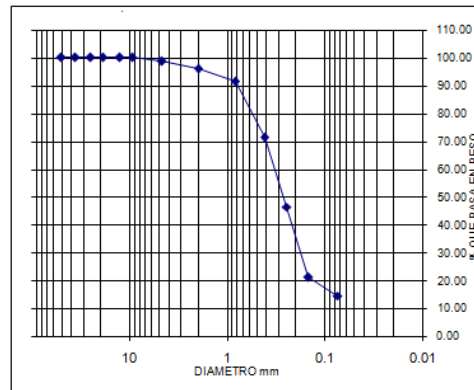
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 7  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 7,00 a 7,50m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 864.85

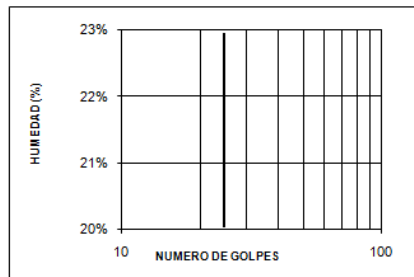
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 744.50

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	10.70	1.24	1.24	98.76
10	2.00	22.80	2.64	3.87	96.13
20	0.84	40.00	4.63	8.50	91.50
40	0.42	173.30	20.04	28.54	71.46
60	0.25	215.90	24.96	53.50	46.50
100	0.15	219.40	25.37	78.87	21.13
200	0.07	56.50	6.53	85.40	14.60
PASA 200	****	125.95			
SUMA	****	864.85	85.40		
<b>TOTAL</b>		<b>864.55</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.71
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	86.05
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	77.69
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	8.36
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	61.98
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>13.49%</b>



GRAVAS= 1.24 %  
 ARENAS = 84.16 %  
 FINOS= 14.60 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 13.49%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s: **SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 8



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

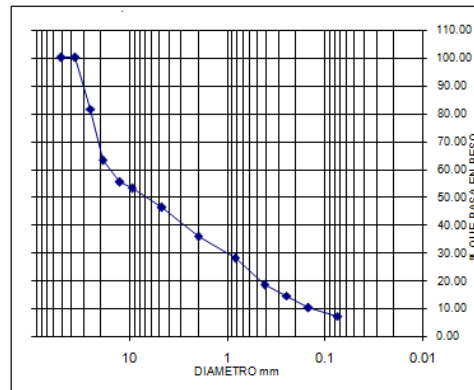
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 8  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 7,50 a 10,5m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 191.1

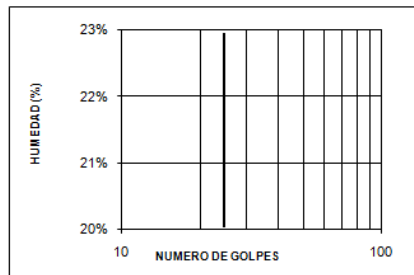
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 177.50

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	35.00	18.32	18.32	81.68
3/4"	19.05	35.70	18.68	37.00	63.00
1/2"	12.70	14.50	7.59	44.58	55.42
3/8"	9.52	4.60	2.41	46.99	53.01
No 4	4.75	13.10	6.86	53.85	46.15
10	2.00	19.60	10.26	64.10	35.90
20	0.84	14.90	7.80	71.90	28.10
40	0.42	18.60	9.73	81.63	18.37
60	0.25	7.30	3.82	85.45	14.55
100	0.15	8.40	4.40	89.85	10.15
200	0.07	5.50	2.88	92.73	7.27
PASA 200	*****	13.60			
SUMA	*****	190.80	92.73		
TOTAL		190.80			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	17.49
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	61.21
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	56.41
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	4.8
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	38.92
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>12.33%</b>



GRAVAS= 53.85 %  
 ARENAS = 38.88 %  
 FINOS= 7.27 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 12.33%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s: **GP-GM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (GP-GM) - Grava limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 9



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

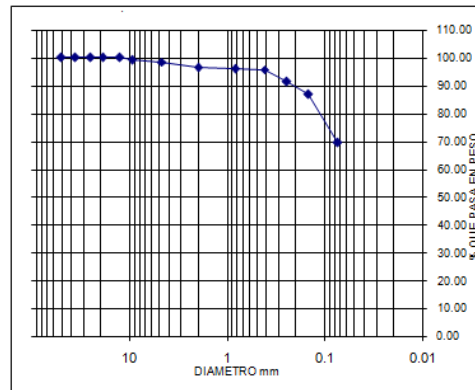
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 9  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 10,50 a 12,0m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 460.75

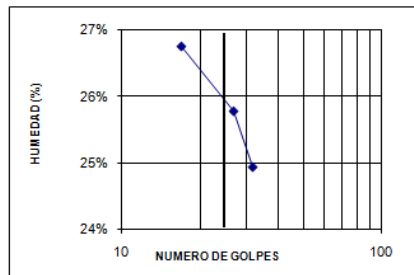
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 147.10

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	4.00	0.87	0.87	99.13
No 4	4.75	2.50	0.54	1.41	98.59
10	2.00	9.50	2.06	3.47	96.53
20	0.84	2.70	0.59	4.06	95.94
40	0.42	0.80	0.17	4.23	95.77
60	0.25	19.70	4.28	8.51	91.49
100	0.15	21.50	4.67	13.17	86.83
200	0.07	79.10	17.17	30.34	69.66
PASA 200	****	320.65			
SUMA	****	460.45	30.34		
<b>TOTAL</b>		<b>460.45</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	32	27	17	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.17	7.37	7.3	-	7.25	7.44	-	17.22
T-SUELO HUMEDO (gr)	31.97	30.16	30.61	-	13.54	16.87	-	93.24
T-SUELO SECO (gr)	27.02	25.49	25.69	-	12.5	15.3	-	82.01
PESO AGUA (gr)	4.95	4.67	4.92	-	1.04	1.57	-	11.23
PESO SUELO SECO (gr)	19.85	18.12	18.39	-	5.25	7.86	-	64.79
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>24.94%</b>	<b>25.77%</b>	<b>26.75%</b>	-	<b>19.81%</b>	<b>19.97%</b>	-	<b>17.33%</b>



GRAVAS= 141 %  
 ARENAS = 28.93 %  
 FINOS= 69.66 %  
 LL= 26.00%  
 LP= 19.89%  
 IP= 6.11%  
 W(%)= 17.33%

**CLASIFICACIÓN:**

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

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (CL-ML) - Arcilla limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 10



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

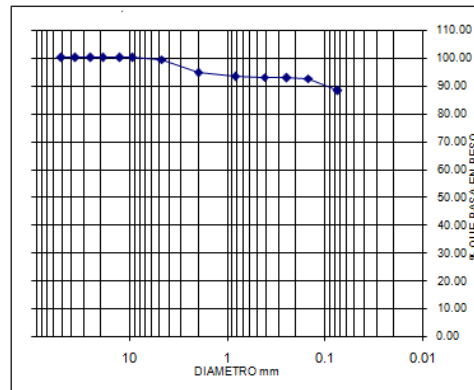
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 10  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 12,00 a 13,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 148.08

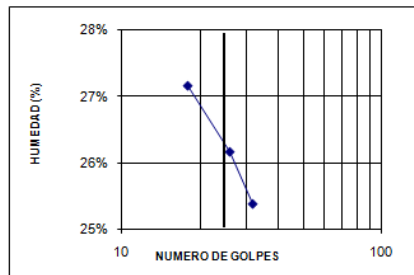
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 17.60

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.90	0.61	0.61	99.39
10	2.00	7.10	4.79	5.40	94.60
20	0.84	2.00	1.35	6.75	93.25
40	0.42	0.30	0.20	6.96	93.04
60	0.25	0.30	0.20	7.16	92.84
100	0.15	0.50	0.34	7.50	92.50
200	0.07	6.40	4.32	11.82	88.18
PASA 200	****	130.48			
SUMA	****	147.98	11.82		
<b>TOTAL</b>		<b>147.98</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	32	26	18	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	32	26	18	-	N.A	N.A	-	N.A
PESO TARA (gr)	7.28	7.37	7.21	-	7.47	6.74	-	15.42
T-SUELO HUMEDO (gr)	30.15	31.24	31.32	-	15.42	14.67	-	77.99
T-SUELO SECO (gr)	25.52	26.29	26.17	-	14.09	13.34	-	66.3
PESO AGUA (gr)	4.63	4.95	5.15	-	1.33	1.33	-	11.69
PESO SUELO SECO (gr)	18.24	18.92	18.96	-	6.62	6.60	-	50.88
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>25.38%</b>	<b>26.16%</b>	<b>27.16%</b>	<b>-</b>	<b>20.09%</b>	<b>20.15%</b>	<b>-</b>	<b>22.98%</b>



GRAVAS= 0.61 %  
 ARENAS = 11.21 %  
 FINOS= 88.18 %  
  
 LL= 26.30%  
 LP= 20.12%  
 IP= 6.18%  
 W(%)= 22.98%

**CLASIFICACIÓN:**  
 S.U.C.S: **CL-ML**  
 AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (CL-ML) - Arcilla limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 11



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

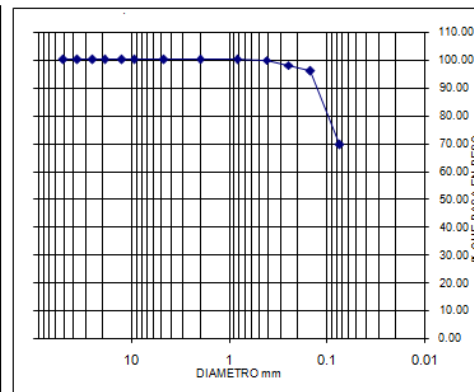
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 11  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 13,00 a 14,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 515.1

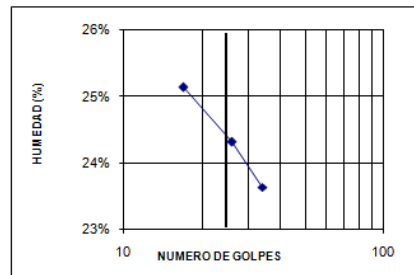
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 160.70

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	0.60	0.12	0.12	99.88
60	0.25	3.20	1.79	1.90	98.10
100	0.15	11.50	2.23	4.14	95.86
200	0.07	135.40	26.29	30.42	69.58
PASA 200	****	358.10			
SUMA	****	514.80	30.42		
<b>TOTAL</b>		<b>514.80</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	34	26	17	-	N.A	N.A	
No. GOLPES	34	26	17	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.18	7.01	6.98	-	7.37	7.48	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	30.09	32.52	32.42	-	19.96	21.6	-
T-SUELO SECO (gr)	25.71	27.53	27.31	-	17.97	19.38	-
PESO AGUA (gr)	4.38	4.99	5.11	-	1.99	2.22	-
PESO SUELO SECO (gr)	18.53	20.52	20.33	-	10.60	11.90	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>23.64%</b>	<b>24.32%</b>	<b>25.14%</b>	-	<b>18.77%</b>	<b>18.66%</b>	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 30.42 %  
 FINOS= 69.58 %  
  
 LL= 24.50%  
 LP= 18.71%  
 IP= 5.79%  
 W(%)= 11.90%

**CLASIFICACIÓN:**

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

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (CL-ML) - Arcilla limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 12



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

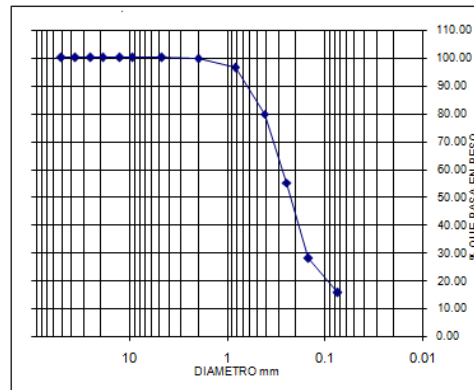
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 12  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 14,00 a 15,50m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 558.26

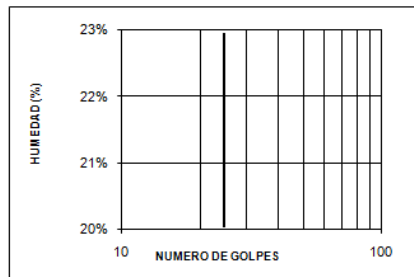
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 473.90

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.40	0.25	0.25	99.75
20	0.84	19.20	3.44	3.69	96.31
40	0.42	92.30	16.53	20.22	79.78
60	0.25	137.80	24.68	44.91	55.09
100	0.15	151.70	27.17	72.08	27.92
200	0.07	67.80	12.14	84.23	15.77
PASA 200	****	87.86			
SUMA	****	558.06	84.23		
<b>TOTAL</b>		<b>558.06</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.45
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	79.93
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	71.58
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	8.41
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	55.13
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>15.25%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 84.23 %  
 FINOS= 15.77 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 15.25%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 13



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

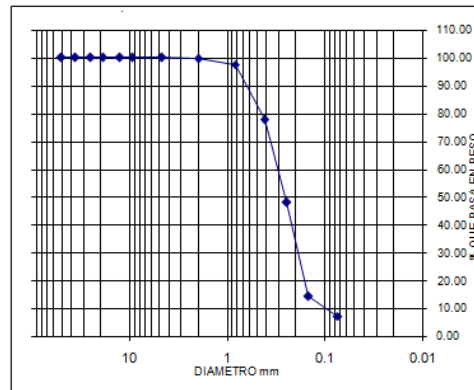
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 13  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 15,50 a 17,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 240.45

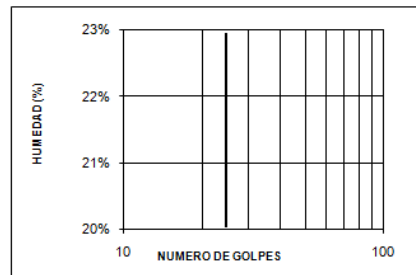
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 225.70

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.10	0.46	0.46	99.54
20	0.84	4.80	2.00	2.45	97.55
40	0.42	47.30	19.67	22.13	77.87
60	0.25	71.40	29.69	51.82	48.18
100	0.15	81.30	33.81	85.63	14.37
200	0.07	17.30	7.19	92.83	7.17
PASA 200	****	16.95			
SUMA	****	240.15	92.83		
<b>TOTAL</b>		<b>240.15</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	16.97
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	79.16
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	69.37
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	9.79
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	52.4
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>18.68%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 92.83 %  
 FINOS= 7.17 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 18.68%

**CLASIFICACIÓN:**

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

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) - Arena limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 14



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

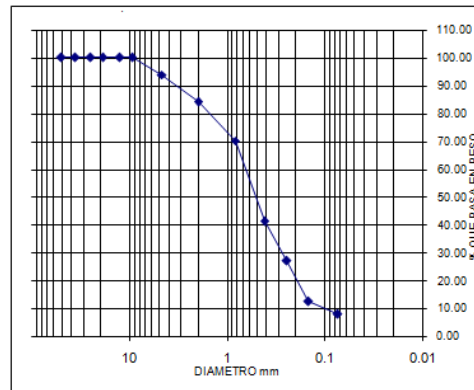
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 14  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 17,00 a 18.00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 301.1

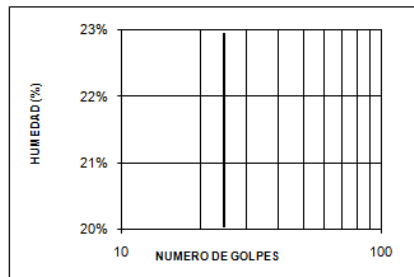
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 277.90

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	18.00	5.98	5.98	94.02
10	2.00	29.80	9.90	15.88	84.12
20	0.84	41.70	13.85	29.72	70.28
40	0.42	87.10	28.93	58.65	41.35
60	0.25	42.50	14.11	72.77	27.23
100	0.15	44.60	14.81	87.58	12.42
200	0.07	13.80	4.58	92.16	7.84
PASA 200	****	23.40			
SUMA	****	300.90	92.16		
<b>TOTAL</b>		<b>300.90</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	15.65
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	79.07
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	70.76
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	8.31
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	55.11
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>15.08%</b>



GRAVAS= 5.98 %  
 ARENAS = 86.18 %  
 FINOS= 7.84 %

LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= 15.08%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s: **SP-SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SP-SM) - Arena limosa mal gradada

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 15



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

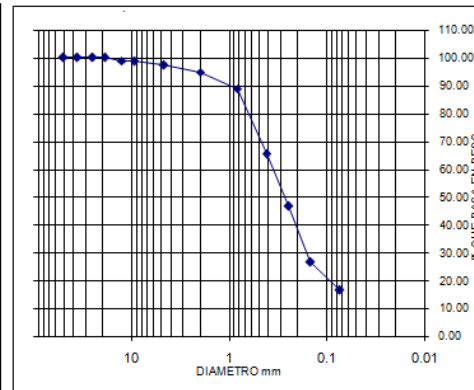
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 15  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 18,00 a 20,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 747.46

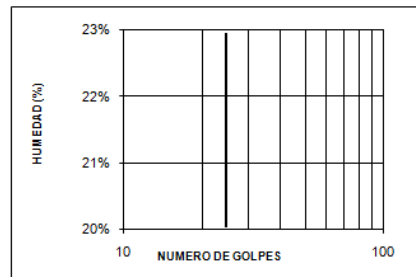
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 629.40

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	7.40	0.99	0.99	99.01
3/8"	9.52	1.60	0.21	1.20	98.80
No 4	4.75	10.40	1.39	2.60	97.40
10	2.00	19.50	2.61	5.20	94.80
20	0.84	44.00	5.89	11.09	88.91
40	0.42	176.40	23.60	34.69	65.31
60	0.25	139.90	18.72	53.41	46.59
100	0.15	149.10	19.95	73.36	26.64
200	0.07	75.90	10.15	83.51	16.49
PASA 200	*****	122.86			
SUMA	*****	747.06	83.51		
<b>TOTAL</b>		<b>747.06</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.82
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	90.39
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	81.76
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	8.63
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	65.94
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>13.09%</b>



GRAVAS= 2.60 %  
 ARENAS = 80.91 %  
 FINOS= 16.49 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 W(%)= 13.09%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 16



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

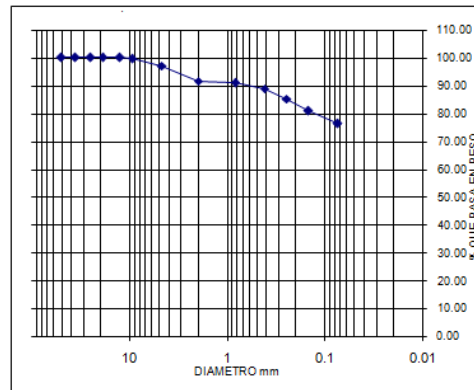
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 16  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 20,00 a 21,50m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 618.66

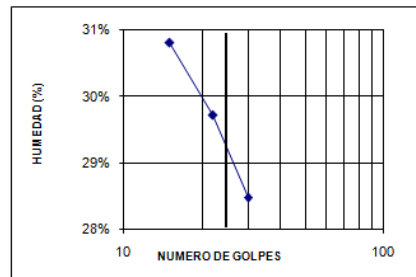
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 150.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	2.00	0.32	0.32	99.68
No 4	4.75	16.00	2.59	2.91	97.09
10	2.00	34.00	5.50	8.41	91.59
20	0.84	3.70	0.60	9.00	91.00
40	0.42	12.40	2.00	11.01	88.99
60	0.25	23.30	3.77	14.77	85.23
100	0.15	26.70	4.32	19.09	80.91
200	0.07	28.60	4.62	23.71	76.29
PASA 200	****	471.66			
SUMA	****	618.36		23.71	
<b>TOTAL</b>		<b>618.36</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %
	30	22	15	-	N.A	N.A	
No. GOLPES	30	22	15	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	7.12	7.3	7.08	-	7.08	7.49	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	28.55	28.82	27.84	-	19.78	20.41	-
T-SUELO SECO (gr)	23.8	23.89	22.95	-	17.69	18.27	-
PESO AGUA (gr)	4.75	4.93	4.89	-	2.09	2.14	-
PESO SUELO SECO (gr)	16.68	16.59	15.87	-	10.61	10.78	-
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>28.48%</b>	<b>29.72%</b>	<b>30.81%</b>	-	<b>19.70%</b>	<b>19.85%</b>	-



GRAVAS= 2.91 %  
 ARENAS = 20.80 %  
 FINOS= 76.29 %  
  
 LL= 29.30%  
 LP= 19.77%  
 IP= 9.53%  
 W(%)= 21.02%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (CL) - Arcilla Arenosa de baja plasticidad

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 17



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

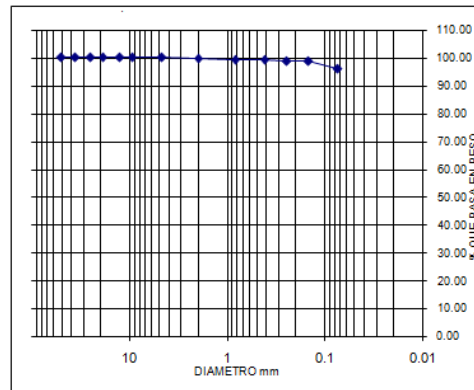
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 17  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 21,50 a 24,00 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 638.3

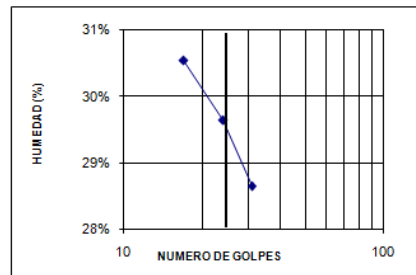
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 26.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.40	0.22	0.22	99.78
20	0.84	2.80	0.44	0.66	99.34
40	0.42	1.30	0.20	0.86	99.14
60	0.25	1.90	0.30	1.16	98.84
100	0.15	1.00	0.16	1.32	98.68
200	0.07	16.90	2.65	3.96	96.04
PASA 200	****	612.80			
SUMA	****		3.96		
<b>TOTAL</b>		<b>638.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	No. GOLPES	31	24	17	-	N.A	N.A	
PESO TARA (gr)	7.14	7.21	7.07	-	7.01	7.48	-	17.3
T-SUELO HUMEDO (gr)	31.26	29.3	31.09	-	27.03	24.35	-	73
T-SUELO SECO (gr)	25.89	24.25	25.47	-	23.33	21.26	-	64.7
PESO AGUA (gr)	5.37	5.05	5.62	-	3.70	3.09	-	8.3
PESO SUELO SECO (gr)	18.75	17.04	18.4	-	16.32	13.78	-	47.4
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>28.64%</b>	<b>29.64%</b>	<b>30.54%</b>	-	<b>22.67%</b>	<b>22.42%</b>	-	<b>17.51%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 3.96 %  
 FINOS= 96.04 %

LL= 29.50%  
 LP= 22.55%  
 IP= 6.95%  
 W(%)= 17.51%

**CLASIFICACIÓN:**

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

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (CL-ML) - Arcilla limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 18



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

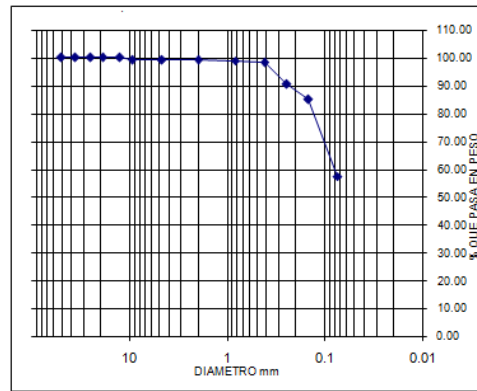
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 18  
 LOCALIZACION: Abscisa K3+895 PROFUNDIDAD : 24.00 a 24.50m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 856.9

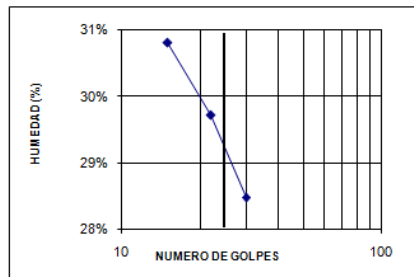
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 370.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
----	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	5.90	0.69	0.69	99.31
No 4	4.75	0.00	0.00	0.69	99.31
10	2.00	0.00	0.00	0.69	99.31
20	0.84	3.30	0.39	1.07	98.93
40	0.42	5.70	0.67	1.74	98.26
60	0.25	65.40	7.63	9.37	90.63
100	0.15	47.30	5.52	14.89	85.11
200	0.07	237.70	27.74	42.63	57.37
PASA 200	----	491.40			
SUMA	----	856.70	42.63		
TOTAL		856.70			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LIMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	W %
No. GOLPES	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	16.5
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	58.5
T-SUELO SECO (gr)	-	-	51.7
PESO AGUA (gr)	-	-	6.8
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	35.2
<b>HUMEDAD (%)</b>			<b>19.32%</b>



GRAVAS= 0.69 %  
 ARENAS= 41.94 %  
 FINOS= 57.37 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 V(%)= 19.32%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.S:

AASHTO:

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 19



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

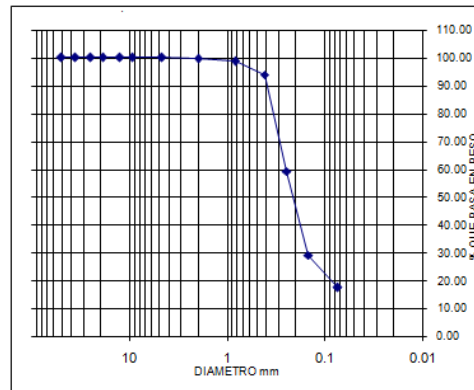
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 19  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 24,50 a 26,50 m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 626.7

PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 521.90

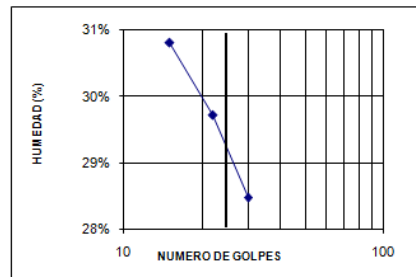
MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	2.40	0.38	0.38	99.62
20	0.84	6.20	0.99	1.37	98.63
40	0.42	29.00	4.63	6.00	94.00
60	0.25	218.10	34.80	40.80	59.20
100	0.15	188.10	30.01	70.82	29.18
200	0.07	73.60	11.74	82.56	17.44
PASA 200	****	109.10			
SUMA	****	626.50	82.56		
<b>TOTAL</b>		<b>626.50</b>			



fondo 3

**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	18.2
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	67.7
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	58.4
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	9.3
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	40.2
<b>HUMEDAD (%)</b>									<b>23.13%</b>



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS = 82.56 %  
 FINOS= 17.44 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 23.13%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

• MUESTRA 20



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

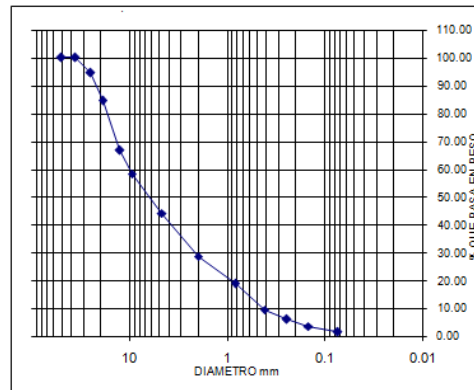
FECHA : Octubre / 3 / 2009 SONDEO : N.9  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 20  
 LOCALIZACION: Abcisa K3+895 PROFUNDIDAD : 26,50 a 28,00m

**GRANULOMETRÍA**

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 630.3

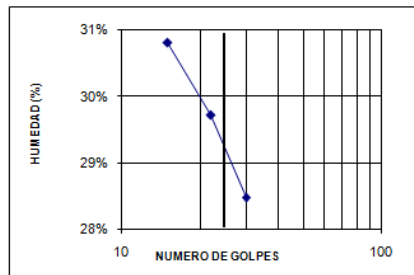
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 622.00

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	33.50	5.31	5.31	94.69
3/4"	19.05	64.00	10.15	15.47	84.53
1/2"	12.70	112.60	17.86	33.33	66.67
3/8"	9.52	52.20	8.28	41.62	58.38
No 4	4.75	89.20	14.15	55.77	44.23
10	2.00	98.40	15.61	71.38	28.62
20	0.84	62.40	9.90	81.28	18.72
40	0.42	57.80	9.17	90.45	9.55
60	0.25	22.60	3.59	94.03	5.97
100	0.15	14.60	2.32	96.35	3.65
200	0.07	12.70	2.01	98.37	1.63
PASA 200	****	10.10			
SUMA	****	630.10	98.37		
<b>TOTAL</b>		<b>630.10</b>			



**LIMITES DE ATTERBERG**

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	N.A
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	16.8
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	76.4
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	71.1
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	5.3
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	54.3
<b>HUMEDAD (%)</b>								<b>9.76%</b>



GRAVAS= 55.77 %  
 ARENAS = 42.60 %  
 FINOS= 1.63 %

LL= NP  
 LP= NP  
 IP= NP  
 W(%)= 9.76%

**CLASIFICACIÓN:**

S.U.C.s:

AASHTO

DESCRIPCIÓN: (GW) - Grava bien gradada

VoBo:

REVISO:

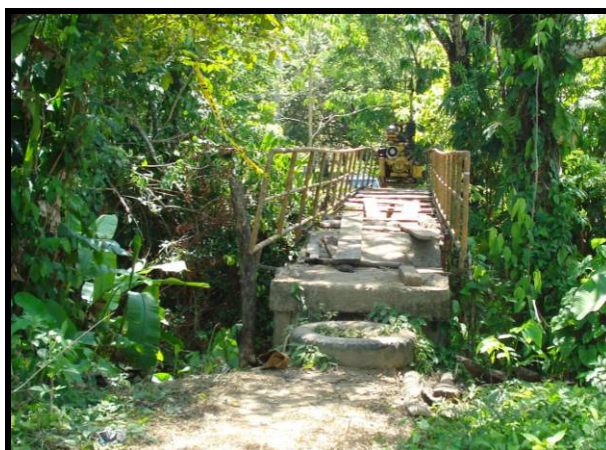
Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

## **FOTOGRAFÍAS DEL SITIO EN ESTUDIO**

## SONDEOS SOBRE EL RIO PAMPLONITA Y CAÑO NEGRO

### Sondeo N.1 – K0+550





**ANEXO C: INFORME ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y  
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**

# **1 OBJETIVO Y ALCANCES**

## **1.1 OBJETIVO**

El Estudio de Estabilización de Taludes, tiene como objetivo principal elaborar una investigación y caracterización geológica y geotécnica detallada de las áreas identificadas como inestables o potencialmente inestables a lo largo del corredor vial, que permita recomendar las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el período de diseño de la vía.

## **1.2 ALCANCES**

Identificar claramente el comportamiento geomecánico de las formaciones rocosas y las propiedades físico-mecánicas de los suelos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la realización de los análisis de estabilidad.

Realizar un inventario de los sitios inestables por movimientos de remoción en masa activos o potencialmente activos.

Análisis de estabilidad de los taludes y diseño de obras de estabilización.

## 2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

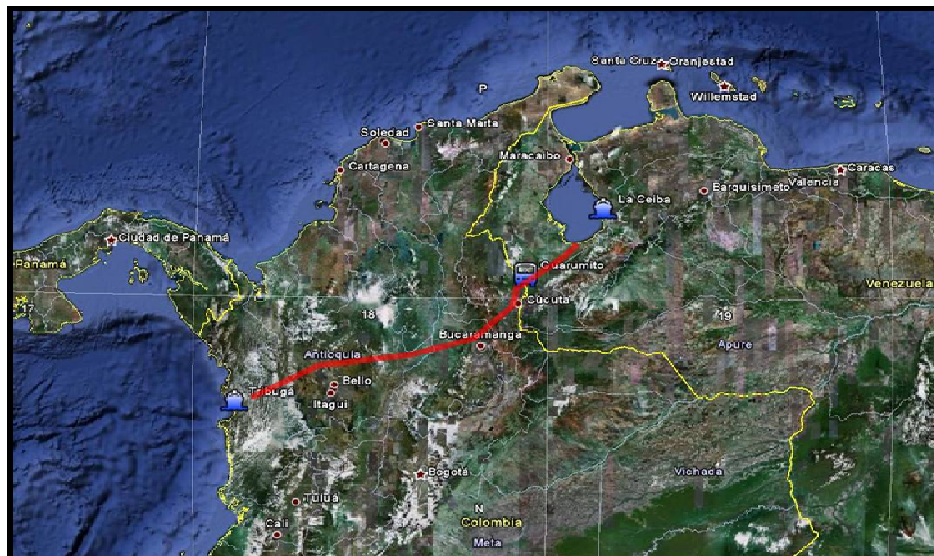
### 2.1 LOCALIZACIÓN

Localizado entre la margen izquierda del río Guarumito y la población de La Jarra, en el departamento de Norte de Santander, se encuentra el corredor vial Aguaclara - Guarumito; una vía de aproximadamente 5.8 Km, que nació con el fin de conectar el departamento de Norte de Santander en la República de Colombia, con el estado fronterizo de Táchira en la República de Venezuela, para superar así, el problema de las malas conexiones viales de la región, e incrementar el flujo comercial entre las dos naciones.

El proyecto, a su vez, forma parte de la interconexión vial binacional Aguaclara - Guarumito - La Fría. Se puede considerar también como parte integral del corredor vial inter-oceánico: Lago de Maracaibo-Tribugá (puerto proyectado de aguas profundas sobre el océano Pacífico).

En la figura 2.1 se presenta el esquema del corredor inter-oceánico.

**Figura 2.1 Corredor Inter-Oceánico Tribugá-Lago de Maracaibo**

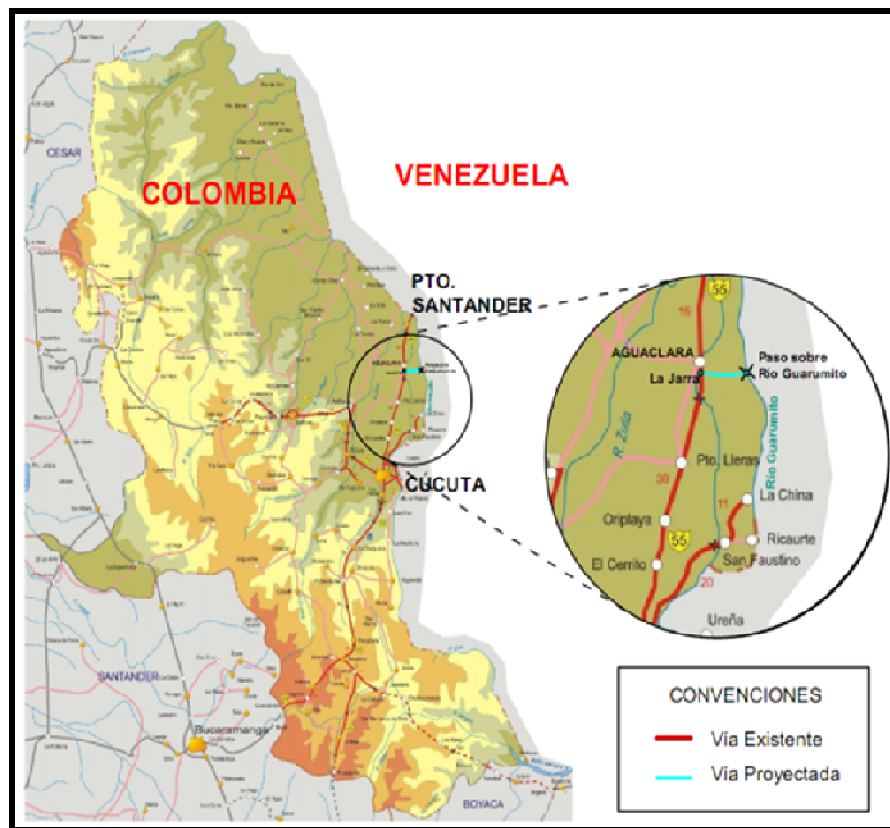


Fuente: Elaboración propia basado en Imágenes proporcionadas por el software Google Earth

Debido a toda esta integración, serán muchos los beneficios que traerá esta nueva conexión a la región, es la reactivación en el intercambio comercial, turístico e industrial, entre el occidente de Venezuela y el oriente de Colombia, así como el impulso a todo lo largo de la vía de diferentes polos de desarrollo.

En la figura 2.2 se presenta el esquema del corredor Vial.

**Figura 2.2 Localización general del proyecto**



Fuente: Elaboración propia.

En Colombia, la principal vía regional existente favorecida con la interconexión binacional se inicia en la ciudad de Cúcuta, en dirección Norte, desde donde conduce a la población limítrofe de Puerto Santander (Ruta 55). Sobre esta vía,

después de un recorrido aproximado de 40.9 km se llega al punto más occidental de la interconexión binacional, localizado al Sur de la población de Agua Clara, en la localidad de La Jarra.

En territorio Venezolano, la principal vía regional beneficiada con la interconexión binacional se encuentra en el estado de Táchira. El Punto más oriental de la interconexión binacional de 5.74 km, se encuentra en la margen derecha del río Guarumito, y desde allí conecta con el distribuidor vial localizado en la progresiva K57+500 de la autopista San Cristóbal.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La interconexión vial Aguaclara - Guarumito es un proyecto estratégico para el intercambio entre las repúblicas de Colombia y Venezuela. Las características físicas de la vía corresponden a una carretera de altas especificaciones con capacidad suficiente para ofrecer altos niveles de servicio y entrará a formar parte de la red vial primaria de Colombia.

El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual está referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela. La materialización de este proyecto contribuirá al fomento del comercio regional y la integración de ambos países.

El área de influencia comprende el corredor fronterizo Colombo-Venezolano en el Área Metropolitana de Cúcuta, en los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios y su enlace con la república de Venezuela. En esta zona está concentrada la influencia económica y social del paso de frontera.

La longitud total del proyecto vial es de aproximadamente 5.8 km en terreno plano, comprende la construcción de 5 puentes, dos de ellos de gran envergadura

y atravesarán los ríos Pamplonita y Guarumito, con luces de 160 y 110 metros respectivamente.

Otras estructuras que hacen parte del proyecto son:

- Estructura de pavimento con superficie de rodamiento en concreto bituminoso.
- Estructuras, como terraplenes construídos con suelos seleccionados.
- Estructuras de drenaje como, Box Couverts, alcantarillas de concreto de sección circular y cunetas.
- Intersección vial a nivel tipo glorieta en el sector de La Jarra.
- Intersecciones a nivel tipo T en empalmes con vías secundarias.

En la foto 2.1, se detalla la dirección del corredor vial. El proyecto se desarrolla en sentido Este-Oeste, sobre una topografía plana en terrenos que se utilizan para ganadería y cultivos de arroz.

**Foto 2.1 Panorámica del Corredor vial**



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

## **2 DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO**

La vía discurre por terrenos predominantemente planos, con vegetación primordial de pastos y cultivos principalmente de arroz. Eventualmente y en forma puntual se presentan pequeñas colinas cuya altura no supera los 5 m.

Los materiales por los cuales discurre la vía corresponden fundamentalmente a depósitos de terraza de patrones de deposición lenta que han dado lugar a materiales arcillosos, limosos y eventualmente de arenas finas. En franjas angostas paralelas a los cuerpos de agua se aprecian materiales de mayor tamaño, predominando las arenas gruesas y las gravas finas a excepción del río Guarumito, donde los depósitos aluviales son de mayor tamaño.

Afloran también en superficie y en pequeños montículos, materiales de la formación Guayabo y de la formación León que consisten en arenas friables de color pardo a gris claro, limolitas, arcillolitas, y arcillas arenosas grises con algunos horizontes de arcillas verdes y abigarradas.

Se puede decir que la subrasante estará conformada en forma predominante por materiales arcillo limosos y arcillo arenosos de consistencia media a firme, aunque susceptible a la presencia de humedad, pudiendo llegar a consistencias blandas por la práctica de cultivos de arroz.

### **3.1 SITIOS INESTABLES**

Dadas las características topográficas del sitio del proyecto y la geología del sector, no se presentan taludes de corte importantes ni sectores inestables a lo largo del trazado desde el punto de vista de estabilidad de laderas y taludes.

Se prevé la necesidad de adelantar cortes con alturas inferiores a los tres (3.0) metros en el tramo inicial, entre el K0+000 y el K0+600. En consecuencia, no se prevé la necesidad de adelantar obras de estabilidad o estabilización.

Taludes importantes serán los del terraplén en las aproximaciones de los puentes, donde se tendrán alturas máximas del orden de 6.51 metros.

#### **4 PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS**

El plan de exploración se refiere a los sondeos realizados para los sitios de cimentación de los puentes, donde se tienen las mayores alturas del terraplén, los cuales pueden ser consultados en el Volumen IV. Estudios de Suelos Para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y Otras Estructuras de Contención.

## **5 TOPOGRAFÍA**

A lo largo del corredor vial, no se presentan sitios de inestabilidad, por lo que la topografía general del corredor sirve como referencia para los análisis de las alturas de terraplén.

## 6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y/O ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

El estudio de estabilidad del terraplén se realizó con base en la geometría del mismo y las características de los suelos que lo conforman.

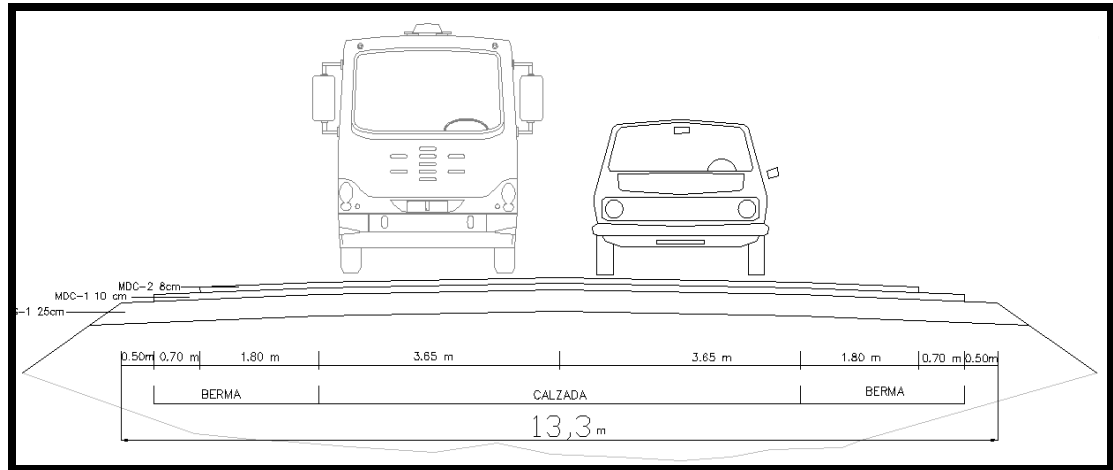
### 6.1 SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA

Tabla 6.1 Detalles de la Calzada

Detalles	Dimensiones (m)
Carril (Bombeo 2%)	3.65
Calzada	7.3
Berma	2.5
Berma en tierra	0.5
Corona	12.3
Cunetas (Inclinación cuneta H:V/ Ancho)	3:1 / 0.8
Taludes Terraplén (H:V)	1.5:1
Taludes Corte (H:V)	0.5:1
Derecho de Vía	60

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 9.1 Sección Transversal Típica K00 +420 – K05+690**



Fuente: Elaboración Propia

## 6.2 MATERIAL DEL TERRAPLÉN

El material corresponde a la fuente de materiales “La Jarra”, de donde se extrajeron muestras para ser caracterizadas por medio de ensayos, las características más importantes de este material son:

Se realizaron 5 Ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg y Compactación

### Clasificación:

Arenas limosas y arcillo limosas (SM y SC-SM)

- Limite líquido: 21-23%
- Índice de plasticidad: 0 – 6.3 %
- Contenido de gravas: 0.0 – 17.5%
- Contenido de finos: 17.0 – 40.0%
- Contenido de finos: 51.0 – 81.0%
- Densidad máxima: 1900 – 2050 Kg/m<sup>3</sup>

Se realizó un ensayo de Corte de Directo a la muestra N.2.

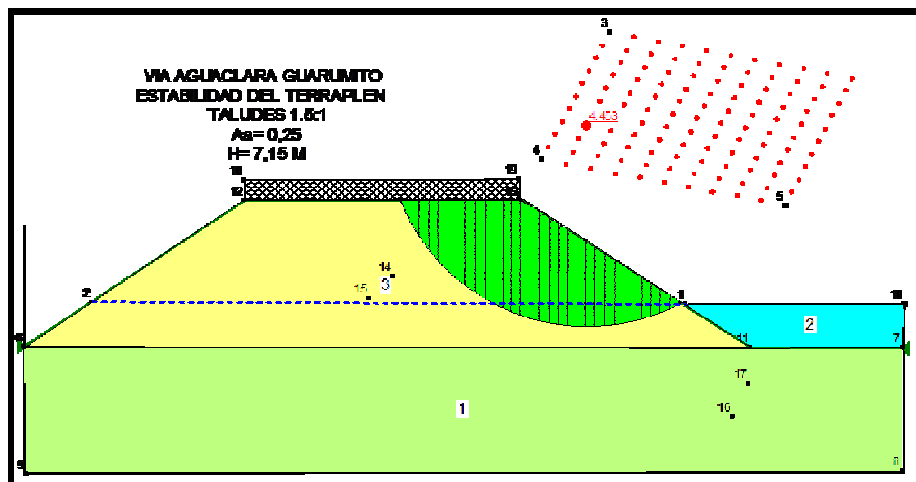
### Resistencia al corte:

- Cohesión:  $c = 50 \text{ KN/m}^2$
- Angulo de fricción:  $\phi = 49^\circ$

### 6.3 ESTABILIDAD DEL TERRAPLÉN

Se estudió la estabilidad de los taludes del terraplén para las condiciones más desfavorables, con altura máxima de 6.51 metros y talud de 1.5:1 y de acuerdo con las características de los suelos de cimentación. Para el suelo de cimentación se tomó un valor promedio de la cohesión no drenada determinada en función del valor de penetración estándar, de acuerdo con Stroud (1974), equivalente a 0,30 Kg/cm<sup>2</sup>. El modelamiento se realizó con el programa Slope/W. En la figura 6.1 se muestra Análisis de Estabilidad del Talud del Terraplén.

Figura 6.2 Análisis de Estabilidad del Talud del Terraplén.



Fuente: Elaboración propia.

## **7 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

Al no presentar sitios de inestabilidad, ni zonas del proyecto con corte de alta significancia, no se hace necesario plantear propuestas de solución en el corredor vial del proyecto.

## **8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el proyecto no se tienen taludes importantes; los cortes se dan entre el primer sector comprendido entre el K0+000 y el río Pamplonita, más exactamente entre el K0+100 al K0+287, con alturas variables entre 0.0 y 3.0 metros.

Esos cortes se realizarán sobre arenas limosas de consistencia media y se recomienda utilizar taludes de 0.5H:1.0V.

En cuanto al terraplén, se propone su construcción con taludes 1.5 horizontal y 1.0 vertical.

# **ANEXOS**

# **PLANO GENERAL DE LOCALIZACIÓN**

## Localización de la Fuente de Material La Jarra

K36+400 Vía Cúcuta - Puerto Santander



# **RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

# FUENTE DE MATERIAL LA JARRA

## MUESTRA 1

### ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

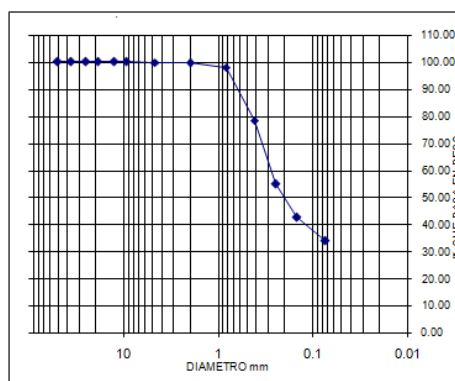
FECHA : JULIO 25 2009 SONDEO : N.A.  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION: Fuente de Material La Jarra PROFUNDIDAD : N.A.

#### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 1000.0

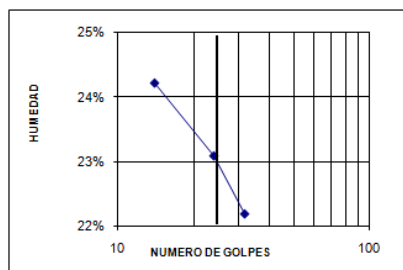
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 670.0

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	1.40	0.14	0.14	99.86
10	2.00	3.20	0.32	0.46	99.54
20	0.84	15.20	1.52	1.98	98.02
40	0.42	198.20	19.82	21.80	78.40
60	0.25	236.20	23.62	45.22	54.78
100	0.15	122.30	12.23	57.45	42.55
200	0.07	86.60	8.66	66.11	33.89
PASA 200	*****	338.90			
SUMA	*****	1000.00	66.11		
TOTAL		1000.00			



#### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			W %
No. GOLPES	32	24	14	-	N.A	N.A	-
PESO TARA (gr)	6.55	7.9	7	-	6.88	7.01	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	41.25	43.83	41.22	-	19.61	17.65	-
T-SUELO SECO (gr)	34.95	37.09	34.55	-	16.93	16.13	-
PESO AGUA (gr)	6.3	6.74	6.67	-	1.68	1.52	-
PESO SUELO SECO (gr)	28.4	29.19	27.55	-	10.05	9.12	-
HUMEDAD (%)	22.18%	23.09%	24.21%	-	16.72%	16.67%	-



GRAVAS= 0.14 %  
 ARENAS= 65.97 %  
 FINOS= 33.89 %

LL= 23.00%  
 LP= 16.69%  
 IP= 6.31%  
 W(%)= -

#### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S.: SC

AASHTO: -

DESCRIPCIÓN: (SC) - Arena aciliosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# ENSAYO DE COMPACTACIÓN



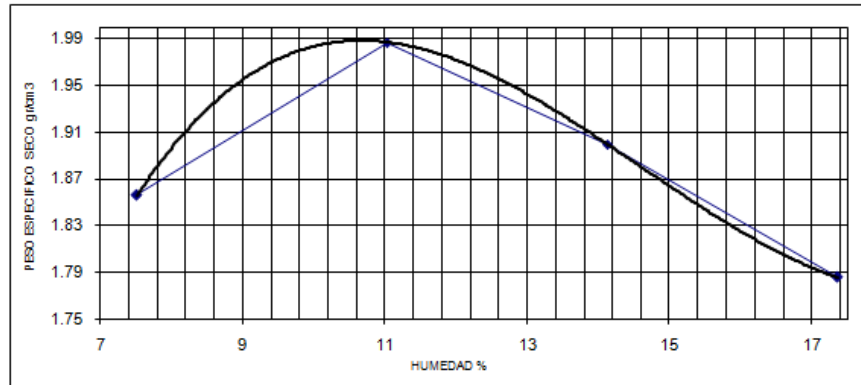
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE COMPACTACION  
 INV E - 142

FECHA : JULIO 25 DE 2009 FUENTE DE MATERIAL: La Jarra  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 1  
 LOCALIZACION : Se encuentra a 1km de la Jarra DESCRIPCION : Terraplen y Sub base

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CARA	56
MOLDE No	24
DIAMETRO MOLDE (cm)	15.00
ALTURA MOLDE (cm)	12.00
VOLUMEN MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2120.58

PESO TARA (gr)	7.4	7.4	7.4	7.1	7.3	7.3	6.8	7.2
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (gr)	71.6	71.4	54.5	54.5	94.8	94.9	61.0	61.1
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	67.2	67.4	50.0	50.0	84.3	84.4	53.2	53.3
PROMEDIO HUMEDAD %	7.01		10.53		13.63		16.87	

PESO MOLDE (gr)	2845	2845	2845	2845
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7057	7502	7422	7270
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4212	4657	4577	4425
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.986	2.196	2.158	2.087
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.99	1.90	1.79



DENSIDAD MAXIMA gr/cm<sup>3</sup> 1.99  
 HUMEDAD OPTIMA% 10.7

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 2

## ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

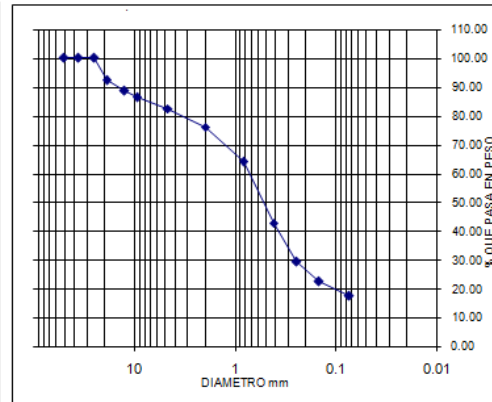
FECHA : JULIO 25 2009 SONDEO : N.A  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION: Fuente de Material La Jarra PROFUNDIDAD : N.A

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 1000.0

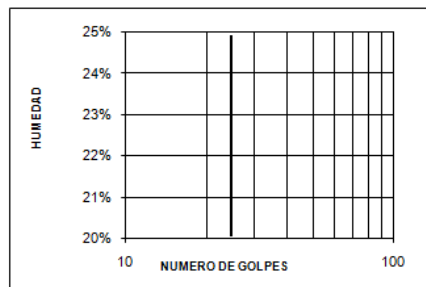
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 828.4

MALLA No	ABERTURA mm	V RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	77.30	7.73	7.73	92.27
1/2"	12.70	36.90	3.69	11.42	88.58
3/8"	9.52	22.90	2.29	13.71	86.29
No 4	4.75	37.90	3.79	17.50	82.50
10	2.00	63.20	6.32	23.82	76.18
20	0.84	121.30	12.13	35.95	64.05
40	0.42	212.00	21.20	57.15	42.85
60	0.25	135.50	13.55	70.70	29.30
100	0.15	68.30	6.83	77.53	22.47
200	0.07	43.80	4.38	82.51	17.49
PASA 200	****	174.90			
SUMA	****	1000.00	82.51		
TOTAL		1000.00			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		W %	
No. GOLPES	-	-	-	-	N.A	N.A	-	-
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	6.87	7.16	-	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	16.22	16.21	-	-
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	14.83	14.85	-	-
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	1.39	1.36	-	-
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	7.96	7.69	-	-
HUMEDAD (%)	-	-	-	-	17.46%	17.69%	-	-



GRAVAS= 17.50 %  
 ARENAS = 65.01 %  
 FINOS= 17.49 %

LL= 22.75%  
 LP= 17.57%  
 IP= 5.18%  
 V(%)= -

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S.: **SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena limosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN



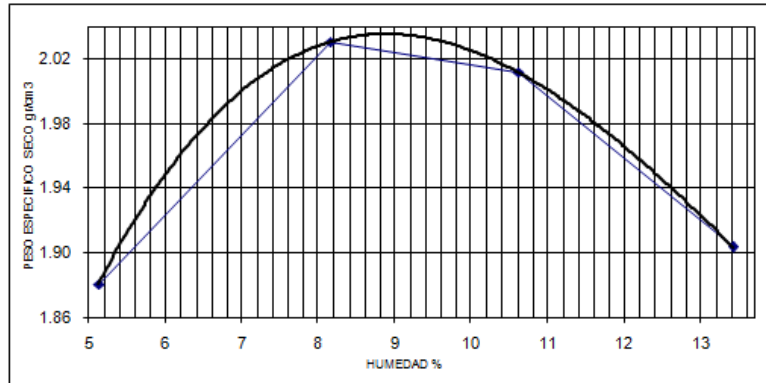
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE COMPACTACION  
 INV E - 142

FECHA : JULIO 25 DE 2009 FUENTE DE MATERIAL: La Jarra  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 2  
 LOCALIZACION : Se encuentra a 1km de la Jarra DESCRIPCION : Terraplen y Sub base

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CARA	56
MOLDE No	24
DIAMETRO MOLDE (cm)	15.00
ALTURA MOLDE (cm)	12.00
VOLUMEN MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2120.58

PESO TARA (gr)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (g)	86.3	86.3	87.3	87.3	109.5	109.5	96.3	96.3
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	82.8	82.8	81.6	81.6	100.1	100.1	86.1	86.1
PROMEDIO HUMEDAD %	4.63		7.66		10.12		12.93	

PESO MOLDE (gr)	2845	2845	2845	2845
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	7017	7481	7543	7403
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4172	4636	4698	4558
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.967	2.186	2.215	2.149
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.88	2.03	2.01	1.90



DENSIDAD MAXIMA gr/cm<sup>3</sup> 2.04  
 HUMEDAD OPTIMA% 9.0

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO INV E- 154**

FECHA :	SEPTIEMBRE 11 DE 2009	SONDEO	N.A
PROYECTO :	PROYECTO VIAL AGUACLARA - GUARUMITO	MUESTRA	2
LOCALIZACION :	Fuente de Material La Jara	PROFUNDIDAD	N.A

<b>CARGA Kg</b>	<b>8.0</b>	<b>E. NORMAL EN Kg/m2</b>	<b>2842</b>
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	PESO DEL ANILLO EN Kg	0.1139
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+ANILLO EN Kg	0.2536
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	PESO MUESTRA Kg	0.1397
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m3	0.0001
AREA EN m2	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m3	2139.49
ALTURA MEDIA EN m	0.0232	DENSIDAD SECA EN Kg/m3	1902.34
HUMEDAD EN %			
PESO DE LA TARA Kg	0.0069	W AGUA Kg	0.0046
P.TARA + SUELO HUMEDO Kg.	0.0484	W SECO Kg	0.0369
P.TARA + SUELO SECO Kg	0.0438	HUMEDAD %	12.47

<b>CARGA Kg</b>	<b>16.0</b>	<b>E. NORMAL EN Kg/m2</b>	<b>5684.06</b>
DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0598	PESO DEL ANILLO EN Kg	0.11388
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0599	W MUESTRA+ANILLO EN Kg	0.25780
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0599	W MUESTRA Kg	0.14392
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0599	VOLUMEN EN m3	0.00007
AREA EN m2	0.0028	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m3	2203.80
ALTURA MEDIA EN m	0.0232	DENSIDAD SECA EN Kg/m3	1920.99
HUMEDAD EN %			
PESO DE LA TARA Kg	0.0073	W AGUA Kg	0.0053
P.TARA + SUELO HUMEDO Kg	0.0486	W SECO Kg	0.0360
P.TARA + SUELO SECO Kg	0.0433	HUMEDAD %	14.72

VoBo:

REVISO:

Ingeniero Germán García Vera  
Director Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniero Eduardo A. Castañeda  
Jefe Laboratorio Suelos y pavimentos



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO INV E-154**

FECHA :	<u>SEPTIEMBRE 11 DE 2009</u>	SONDEO	<u>N.A</u>
PROYECTO :	<u>PROYECTO VIAL AGUACLARA - GUARUMITO</u>	MUESTRA	<u>2</u>
LOCALIZACION :	<u>Fuente de Material La Jara</u>	PROFUNDIDAD	<u>N.A</u>

**DATOS INICIALES**

CARGA Kg	<u>32.0</u>	ESFUERZO NORMAL EN Kg/m <sup>2</sup>	<u>11368.13</u>
DIAMETRO SUPERIOR EN m	<u>0.0598</u>	PESO DEL ANILLO EN Kg	<u>0.11388</u>
DIAMETRO CENTRAL EN m	<u>0.0599</u>	PESO MUESTRA+ANILLO EN Kg	<u>0.2583</u>
DIAMETRO INFERIOR EN m	<u>0.0599</u>	PESO MUESTRA EN Kg	<u>0.14442</u>
PROMEDIO DIAMETRO EN m	<u>0.0599</u>	VOLUMEN EN m <sup>3</sup>	<u>0.00007</u>
AREA EN m <sup>2</sup>	<u>0.0028</u>	DENSIDAD HUMEDA EN kg/m <sup>3</sup>	<u>2211.46</u>
ALTURA MEDIA EN m	<u>0.0232</u>	DENSIDAD SECA EN Kg/m <sup>3</sup>	<u>1990.85</u>
HUMEDAD EN %		W AGUA Kg	<u>0.0041</u>
PESO DE LA TARA EN Kg	<u>0.0071</u>	W SECO Kg	<u>0.0370</u>
P.TARA + SUELO HUMEDO Kg	<u>0.0482</u>	HUMEDAD %	<u>11.08</u>
P.TARA + SUELO SECO Kg	<u>0.0441</u>		

VoBo:

REVISO:

Ingeniero Germán García Vera  
Director Escuela de Ingeniería Civil

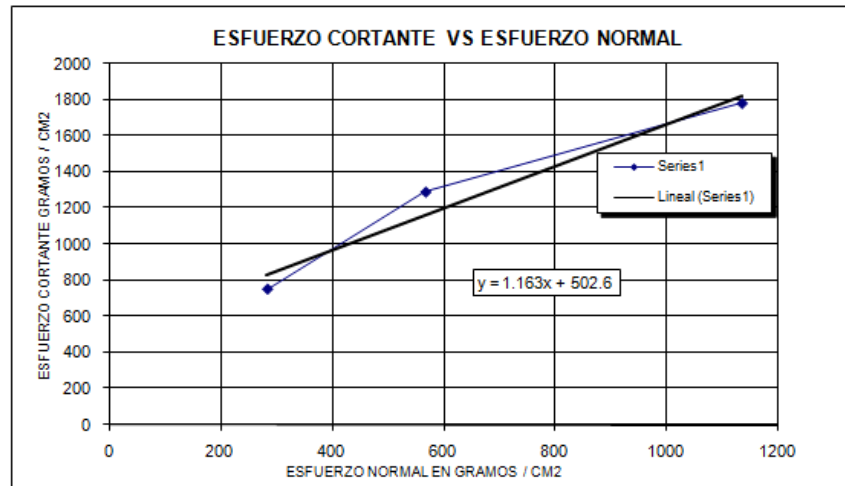
Ingeniero Eduardo A. Castañeda  
Jefe Laboratorio Suelos y pavimentos



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO INV E-154**

FECHA : SEPTIEMBRE 11 DE 2009 SONDEO N.A  
PROYECTO : PROYECTO VIAL AGUACLARA - GUARUMITO MUESTRA 2  
LOCALIZACION: Fuente de Material La Jara PROFUNDIDAD N.A

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
g	cm <sup>2</sup>	MAXIMA EN g	g/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>2</sup>
8000	28.15	21100.0	284.19	749.56
16000	28.15	36300.0	568.38	1289.52
32000	28.15	50200.0	1136.77	1783.30



HUMEDAD % 13 DE ENSAYO  
PENDIENTE 1.1634  
ANGULO FRICCION 49 grados  
COHESION 502 gr/cm<sup>2</sup>  
COHESION 5020 kg/m<sup>2</sup>

VoBo:

Ingeniero Germán García Vera  
Director Escuela de Ingeniería Civil

REVISO:

Ingeniero Eduardo A. Castañeda  
Jefe Laboratorio Suelos y pavimentos

# MUESTRA 3

## ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

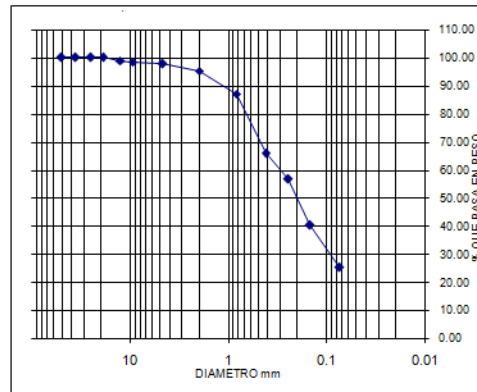
FECHA : JUNIO 9 2009 SONDEO : N.A  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION: Fuente de Material La Jarra PROFUNDIDAD : N.A

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 1000.0

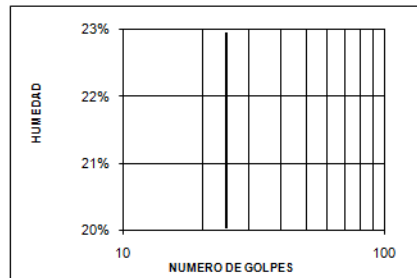
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 757.8

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
****	mm	gr	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	10.20	1.02	1.02	98.98
3/8"	9.52	5.40	0.54	1.56	98.44
No 4	4.75	7.00	0.70	2.26	97.74
10	2.00	23.80	2.38	4.64	95.36
20	0.84	82.30	8.23	12.87	87.13
40	0.42	211.70	21.17	34.04	65.96
60	0.25	93.60	9.36	43.40	56.60
100	0.15	163.70	16.37	59.77	40.23
200	0.07	151.00	15.10	74.87	25.13
PASA 200	****	251.30			
SUMA	****	1000.00	74.87		
<b>TOTAL</b>		<b>1000.00</b>			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-
<b>HUMEDAD (%)</b>							



GRAVAS= 2.26 %  
 ARENAS= 72.61 %  
 FINOS= 25.13 %

LL= N.P  
 LP= N.P  
 IP= N.P  
 W(%)= -

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S: **SM**

AASHTO: **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# ENSAYO DE COMPACTACIÓN



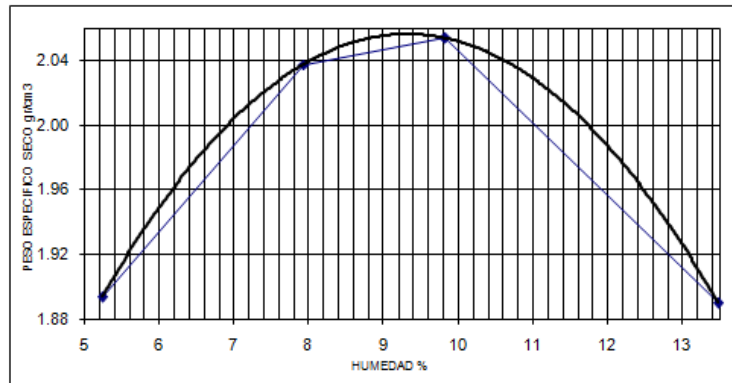
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE COMPACTACION  
 INV E - 142

FECHA : JULIO 25 DE 2009 FUENTE DE MATERIAL: La Jarra  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacalara -Guaramito MUESTRA : 3  
 LOCALIZACION : Se encuentra a 1km de la Jarra DESCRIPCION : Terraplen y Sub base

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CARA	56
MOLDE No	24
DIAMETRO MOLDE (cm)	15.00
ALTURA MOLDE (cm)	12.00
VOLUMEN MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2120.58

PESO TARA (gr)	7.2	7.2	7.4	7.4	7.1	7.1	7.5	7.5
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (gr)	89.1	89.1	101.3	101.3	76.3	76.3	80.6	80.6
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	85.6	85.2	94.8	94.8	70.4	70.4	72.2	72.2
PROMEDIO HUMEDAD %	4.73		7.44		9.32		12.98	

PESO MOLDE (gr)	2845	2845	2845	2845
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7050	7487	7606	7373
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4205	4642	4761	4528
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.983	2.189	2.245	2.135
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89	2.04	2.05	1.89



DENSIDAD MAXIMA gr/cm<sup>3</sup> 2.05  
 HUMEDAD OPTIMA% 9.4

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 4

## ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

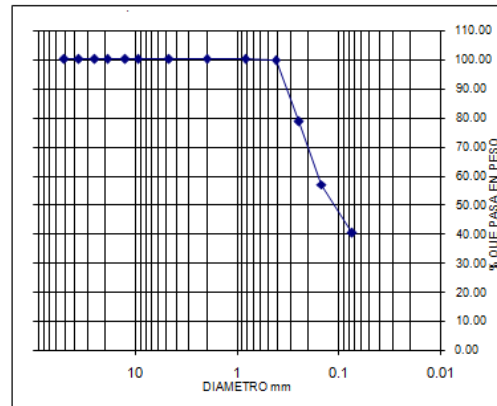
FECHA : JULIO 25 2009 SONDEO : N.A  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguacilara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION: Fuente de Material La Jarra PROFUNDIDAD : N.A

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 1000.0

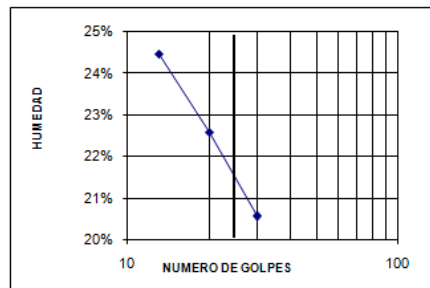
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 599.7

MALLA No	ABERTURA mm	W RET gr	% RET	% RET ACUM	% PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
20	0.84	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	3.40	0.34	0.34	99.66
60	0.25	209.40	20.94	21.28	78.72
100	0.15	216.80	21.68	42.96	57.04
200	0.07	168.20	16.82	59.78	40.22
PASA 200	****	402.20			
SUMA	*****	1000.00	59.78		
TOTAL		1000.00			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			W %
	30	20	13	-	N.A	N.A	-	
No. GOLPES	30	20	13	-	N.A	N.A	-	-
PESO TARA (gr)	6.9	10.4	10.8	-	10.4	7	-	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	32.7	43.5	40.3	-	22.5	16.7	-	-
T-SUELO SECO (gr)	28.3	37.4	34.5	-	20.7	15.3	-	-
PESO AGUA (gr)	4.4	6.1	5.8	-	1.80	1.40	-	-
PESO SUELO SECO (gr)	21.4	27	23.7	-	10.30	8.30	-	-
HUMEDAD (%)	20.56%	22.59%	24.47%	-	17.48%	16.87%	-	-



GRAVAS= 0.00 %  
 ARENAS= 59.78 %  
 FINOS= 40.22 %  
  
 LL= 21.70%  
 LP= 17.17%  
 IP= 4.53%  
 W(%)= -

CLASIFICACIÓN:  
 S.U.C.S.: SC  
 AASHTO: -

DESCRIPCIÓN: (SC) - Arena acillosa

VoBo:

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN



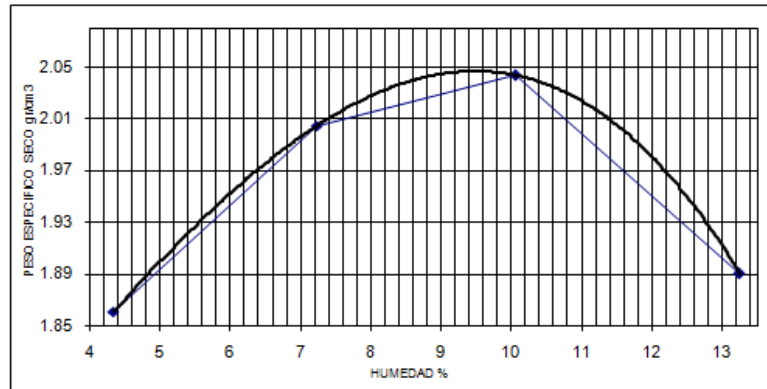
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE COMPACTACION  
 INV E - 142

FECHA : JULIO 25 DE 2009 FUENTE DE MATERIAL: La Jarra  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 4  
 LOCALIZACION : Se encuentra a 1km de la Jarra DESCRIPCION : Terraplen y Sub base

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CARA	56
MOLDE No	24
DIAMETRO MOLDE (cm)	15.00
ALTURA MOLDE (cm)	12.00
VOLUMEN MOLDE (cm3)	2120.58

PESO TARA (gr)	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (gr)	81.4	81.4	97.3	97.3	63.8	63.8	80.3	80.3
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	78.3	78.3	91.2	91.2	58.6	58.6	71.7	71.7
PROMEDIO HUMEDAD %	4.34		7.24		10.06		13.25	

PESO MOLDE (gr)	2845	2845	2845	2845
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	6962	7403	7613	7384
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4117	4558	4768	4539
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.941	2.149	2.248	2.140
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.86	2.00	2.04	1.89



DENSIDAD MAXIMA gr/cm3 2.04  
 HUMEDAD OPTIMA% 9.7

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# MUESTRA 5

## ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123 y  
 LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

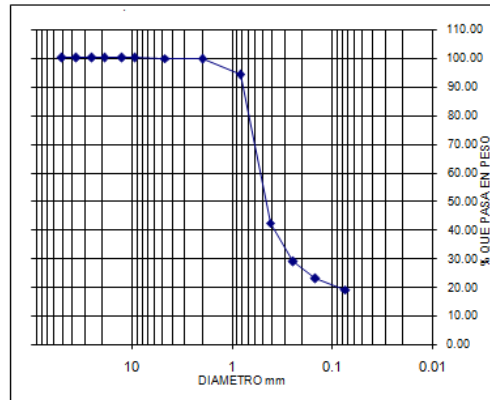
FECHA : JULIO 25 2009 SONDEO : N.A  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION: Fuente de Material La Jarra PROFUNDIDAD : N.A

### GRANULOMETRÍA

PESO INICIAL DE LA MUESTRA (Gr): 1000.0

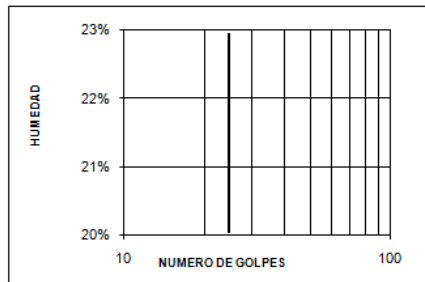
PESO DESPUES DE LAVADO (Gr): 811.4

MALLA No	ABERTURA	V RET	% RET	% RET ACUM	% PASA
mm	gr	%	%	%	%
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.75	0.80	0.08	0.08	99.92
10	2.00	3.50	0.35	0.43	99.57
20	0.84	52.50	5.25	5.68	94.32
40	0.42	519.60	51.96	57.64	42.36
60	0.25	135.60	13.56	71.20	28.80
100	0.15	58.30	5.83	77.03	22.97
200	0.07	39.20	3.92	80.95	19.05
PASA 200	*****	190.50			
SUMA	*****	1000.00	80.95		
TOTAL		1000.00			



### LIMITES DE ATTERBERG

PESOS	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				V %
No. GOLPES	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO TARA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-SUELO HUMEDO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO AGUA (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO SUELO SECO (gr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD (%)									-



GRAVAS= 0.08 %  
 ARENAS= 80.87 %  
 FINOS= 19.05 %

LL= N/P  
 LP= N/P  
 IP= N/P  
 V(%)= -

### CLASIFICACIÓN:

S.U.C.S: **SM**

AASHTO **-**

DESCRIPCIÓN: (SM) - Arena Limosa

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# ENSAYO DE COMPACTACIÓN



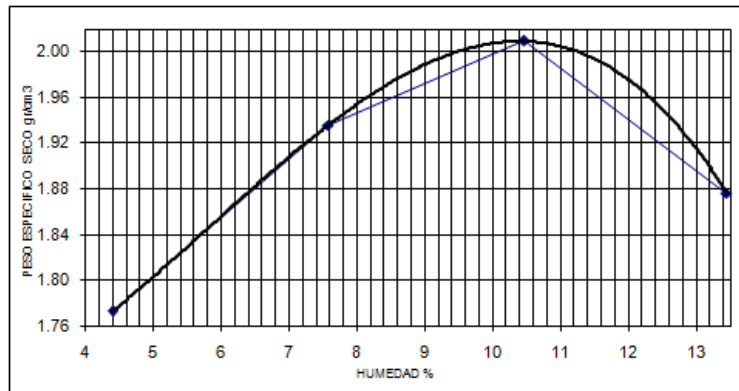
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ENSAYO DE COMPACTACION  
 INV E - 142

FECHA : JULIO 25 DE 2009 FUENTE DE MATERIAL: La Jarra  
 PROYECTO : Estudios Fase III Aguaclara -Guaramito MUESTRA : 5  
 LOCALIZACION : Se encuentra a 1km de la Jarra DESCRIPCION : Terrapien y Sub base

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CARA	56
MOLDE No	24
DIAMETRO MOLDE (cm)	15.00
ALTURA MOLDE (cm)	12.00
VOLUMEN MOLDE (cm3)	2120.58

PESO TARA (gr)	7.4	7.4	6.8	6.8	7.4	7.4	7.5	7.5
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (gr)	92.8	92.8	92.0	92.0	85.5	85.5	76.7	76.7
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	89.2	89.2	86.0	86.0	78.1	78.1	68.5	68.5
PROMEDIO HUMEDAD %	4.40		7.58		10.47		13.44	

PESO MOLDE (gr)	2845	2845	2845	2845
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	6769	7261	7552	7359
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3924	4416	4707	4514
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.850	2.082	2.220	2.129
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.77	1.94	2.01	1.88



DENSIDAD MAXIMA gr/cm3 2.01  
 HUMEDAD OPTIMA% 10.5

VoBo :

REVISO:

Ing. Germán García Vera  
 Director Escuela de Ingenieria Civil

Ing. Eduardo A. Castañeda P.  
 Jefe Laboratorio Suelos y Pavimentos

# **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## Fuente de Material La Jarra

Fuente Ubicada K36+400 Vía Cúcuta - Puerto Santander



Vista de la vía de acceso a la Fuente "La Jarra"



Vista de los estratos de Materiales que se Explotan para la Construcción de Terraplenes



Muestra en Laboratorio fuente de Material La Jarra



**ANEXO D: INFORME ESTUDIO ESTRUCTURAL  
PARA DISEÑO DE PUENTES**

# **1 OBJETIVO Y ALCANCES**

## **1.1 OBJETIVO**

El Estudio Estructural del Diseño de Puentes tuvo como objetivo principal diseñar los puentes y alcantarillas requeridas para materializar el corredor vial diseñado, de tal forma, que se garantice la estabilidad y buen funcionamiento de tales estructuras durante la construcción y el estado de servicio de las mismas.

## **1.2 ALCANCES**

Para realizar los diseños estructurales definitivos se ejecutaron los siguientes estudios:

- Estudio topográfico
- Estudio geológico
- Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación
- Estudio geotécnico y de suelos

Los diseños estructurales tienen los siguientes alcances:

- Se definen las dimensiones y características de las estructuras
- Se hace la verificación de las condiciones de estabilidad y servicio de los elementos estructurales según las normas y especificaciones descritas en el ítem de Generalidades.
- Se redactan las memorias del proyecto estructural de los puentes y alcantarillas
- Se dibujan los planos de construcción de los puentes y alcantarillas
- Se evalúan las cantidades de obra y especificaciones de construcción de los puentes y alcantarillas
- Se elaboran los análisis de precios unitarios
- Se calcula el presupuesto de construcción de cada puente y alcantarilla.

Las estructuras diseñadas son:

Un puente para el cruce del Río Pamplonita y el Caño Negro

Un puente para el cruce del Caño Grande

Un puente para el cruce del Caño Bocají

Un puente para el cruce del Caño Guarumito

Un puente para el cruce del Río Guarumito

Alcantarillas a lo largo del corredor vial

## **2 GENERALIDADES**

### **2.1 CRITERIOS DE DISEÑO**

Para el diseño de los puentes en el proyecto, se seguirán los siguientes criterios básicos presentados en la reunión del 10 de Junio de 2009 realizada en Bogotá con funcionarios de INVIAS y la interventoría del estudio.

### **2.2 NORMAS BÁSICAS DE DISEÑO**

En los diseños de los puentes de Pamplonita-Caño Negro , Guarumito y los puentes sobre los Caños Bocají y Grande se seguirá lo establecido en las siguientes normas y códigos:

- Código Colombiano de diseño Sísmico de Puentes, 1995
- Normas ASTM
- Normas AWS D1.5
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Versión 2007.
- Normas Colombianas de Construcción Sismo Resistente NSR-98

### **2.3 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO**

En los análisis se utilizarán los siguientes parámetros básicos de diseño:

- En los análisis de cargas muertas se utilizarán los siguientes pesos específicos de los materiales:
  - Concreto reforzado. 2,40 Ton/m<sup>3</sup>
  - Acero estructural: 7,85 Ton/m<sup>3</sup>
  - Suelo de llenos: 1,80 Ton/m<sup>3</sup> o el que arroje el estudio de suelos
  - Pavimento: 2,40 Ton/m<sup>3</sup>

- Para la carga viva se utilizará el camión C40-95 o su franja de carga correspondiente, o lo indicado en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, 1995.
- En los análisis sísmicos se seguirá lo indicado en las Normas Colombianas de Construcción Sismo Resistente, NSR-98.
- Para considerar las cargas de viento, temperatura, relajación, fluencia y retracción se seguirán las recomendaciones de la norma Standard Specifications for Highway Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO, 17 edición, 2005.

## 2.4 MATERIALES

En general, en los diseños se plantea utilizar los siguientes materiales, aunque, es necesario analizar los materiales necesarios, de acuerdo con los diseños particulares para cada obra.

**Tabla 2.1 Lista de Materiales a Utilizar**

MATERIAL	ELEMENTO ESTRUCTURAL
Concreto de 35 Mpa (350 kgf/cm <sup>2</sup> )	Vigas postensadas, Columnas de puentes
Concreto de 28 Mpa (280 kgf/cm <sup>2</sup> )	Losas de superestructura, Coberturas
Concreto de 21 Mpa (210 kgf/cm <sup>2</sup> )	Fundaciones, pilas, estribos, muros, andenes, bordillos
Acero grado 60, 420 Mpa (4220 kgf/cm <sup>2</sup> )	Barras de refuerzo
Acero de 270 K	Cables de postensado
Acero estructural A36	Elementos metálicos de defensas y apoyos
Acero estructural A307	Pernos de anclaje de defensas metálicas y de apoyos
Elastómero dureza 60	Apoyos

FUENTE: Elaboración Propia

### 3 ALTERNATIVAS ELEGIDAS A DISEÑAR

Se presentan las alternativas estructurales más favorables para cada uno de los puentes, que se requiere.

#### 3.1 PARA EL CRUCE DEL RIO PAMPLONITA

- **Opción N.1:**

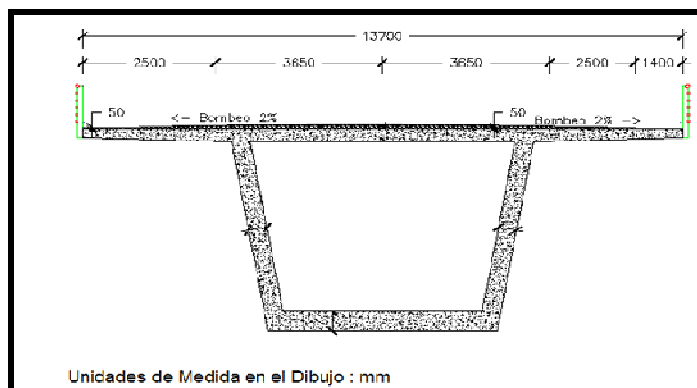
Puente de concreto reforzado en voladizos sucesivos. La estructura consta de estribos en concreto reforzado en los extremos. Dos luces laterales de 40 m, una luz central de 80 m y un Galibo de 3 m. El tablero estará formado por una viga de sección cajón.

#### GEOMETRÍA DE LA SUPERESTRUCTURA

Dimensiones de la sección transversal

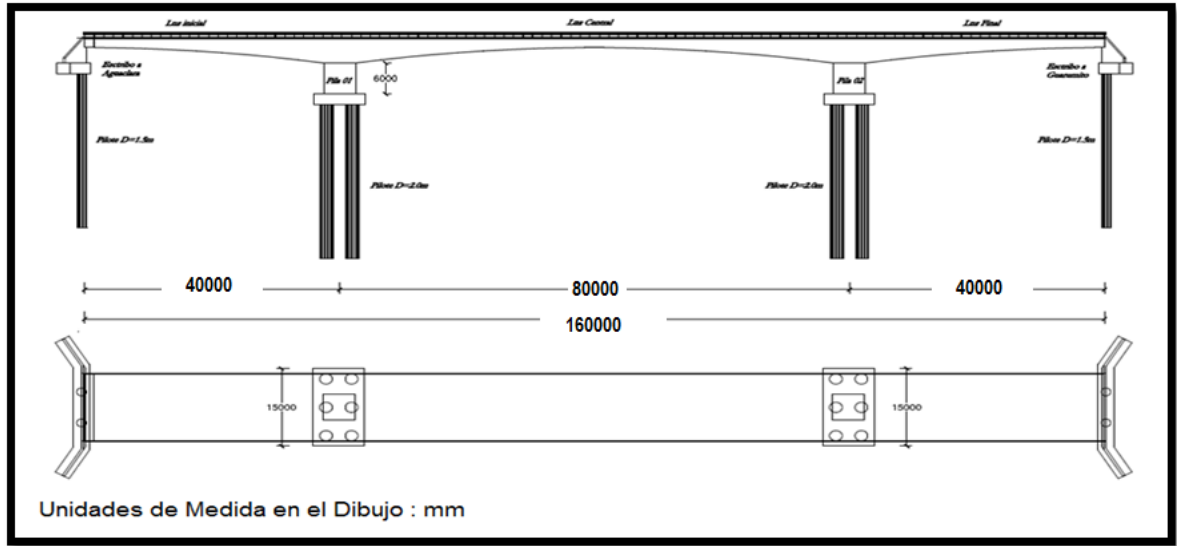
- Ancho del tablero = 13,7 m
- Calzada :  $2 \times 3,65 \text{ m} = 7,3 \text{ m}$
- Berma :  $2 \times 2,50 \text{ m} = 5,00 \text{ m}$
- Andén peatonal a un solo costado: 1,40 m
- Baranda peatonal adosada, sin baranda vehicular.

**Figura 3.1 Sección Transversal del Puente Viga Cajón**



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 3.2 Sección Longitudinal del Puente Viga Cajón



FUENTE: Elaboración Propia

### 3.2 PARA EL CRUCE DE LOS CAÑOS GRANDE Y BOCAJÍ

- **Opción 1:**

Puente de concreto reforzado. Tablero de viga y losa simplemente apoyado sobre estribos en los extremos.

- Caño Grande luz de 20 m.

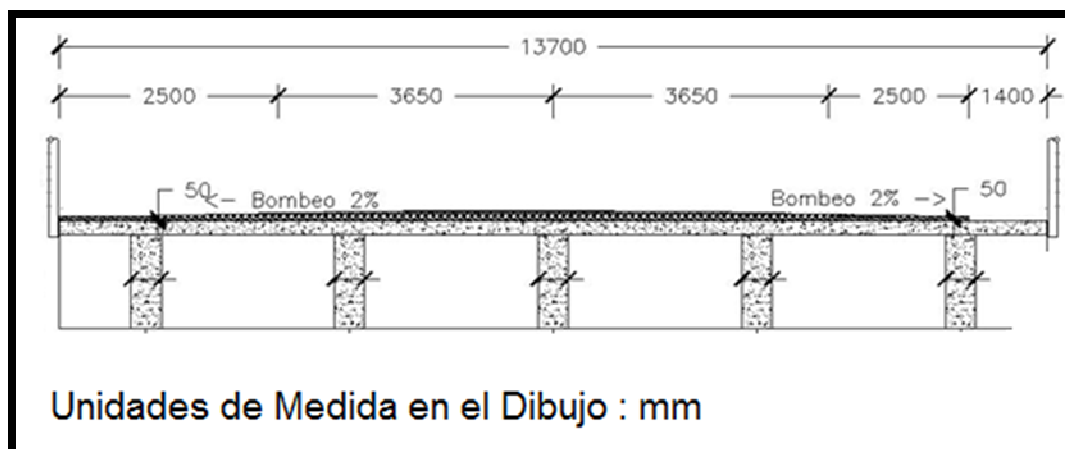
- Caño Bocají luz de 25 m.

## GEOMETRÍA DE LA SUPERESTRUCTURA

Dimensiones de la sección transversal

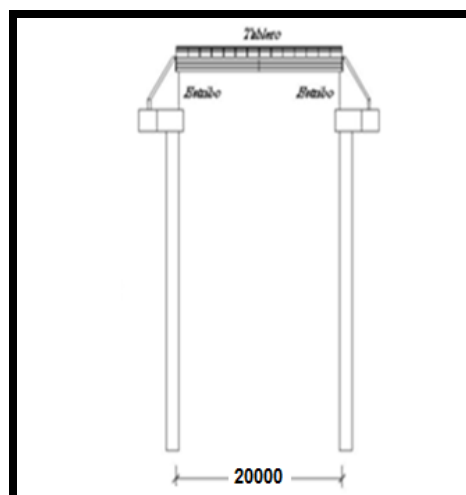
- Ancho del tablero = 13,7 m
- Calzada :  $2 \times 3,65 \text{ m} = 7,3 \text{ m}$
- Berma :  $2 \times 2,50 \text{ m} = 5,00 \text{ m}$
- Andén peatonal a un solo costado: 1,40 m
- Baranda peatonal adosada, sin baranda vehicular.

Figura 3.3 Sección Transversal del Puente de Concreto Reforzado



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 3.4 Sección Longitudinal del Puente en Concreto



FUENTE: Elaboración Propia

### 3.3 PARA EL CRUCE DEL CAÑO GUARUMITO

- **Opción 2:**

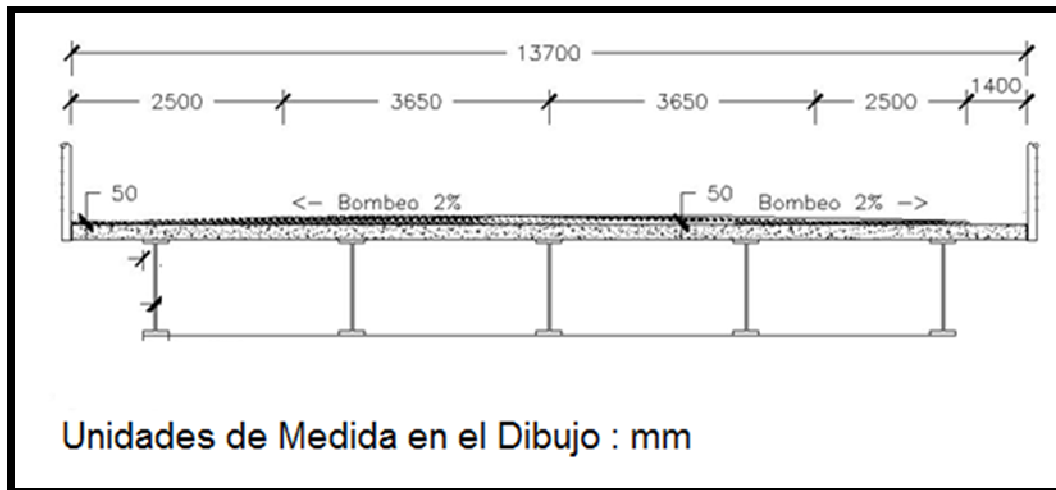
El caño Guarumito en un puente de viga y losa, con vigas de sección I en concreto preesforzado, luz de 38 m.

#### GEOMETRÍA DE LA SUPERESTRUCTURA

Dimensiones de la sección transversal

- Ancho del tablero = 13,7 m
- Calzada :  $2 \times 3,65 \text{ m} = 7,3 \text{ m}$
- Berma :  $2 \times 2,50 \text{ m} = 5,00 \text{ m}$
- Andén peatonal a un solo costado: 1,40 m
- Baranda peatonal adosada, sin baranda vehicular.

**Figura 3.5 Sección Transversal del Puente**



FUENTE: Elaboración Propia

### 3.4 PARA EL CRUCE DEL RIO GUARUMITO EN LA FRONTERA COLOMBO – VENEZOLANA

- **Opción 2:**

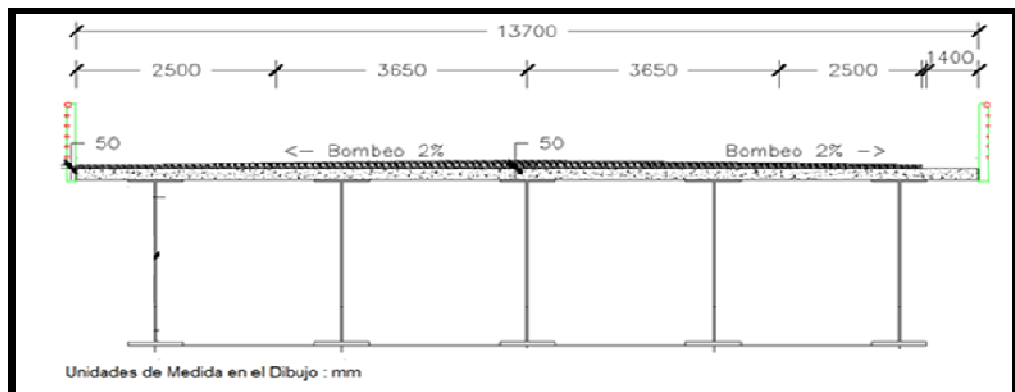
Puente con un tablero de vigas metálicas tipo I y losa de concreto reforzado, luz en el costado occidental de 65m, luz en el costado oriental de 45 m, con un Galibo de 3 m apoyado simplemente sobre pilas intermedias y estribos de concreto reforzado en los extremos. Cimentación profunda.

#### GEOMETRÍA DE LA SUPERESTRUCTURA

Dimensiones de la sección transversal

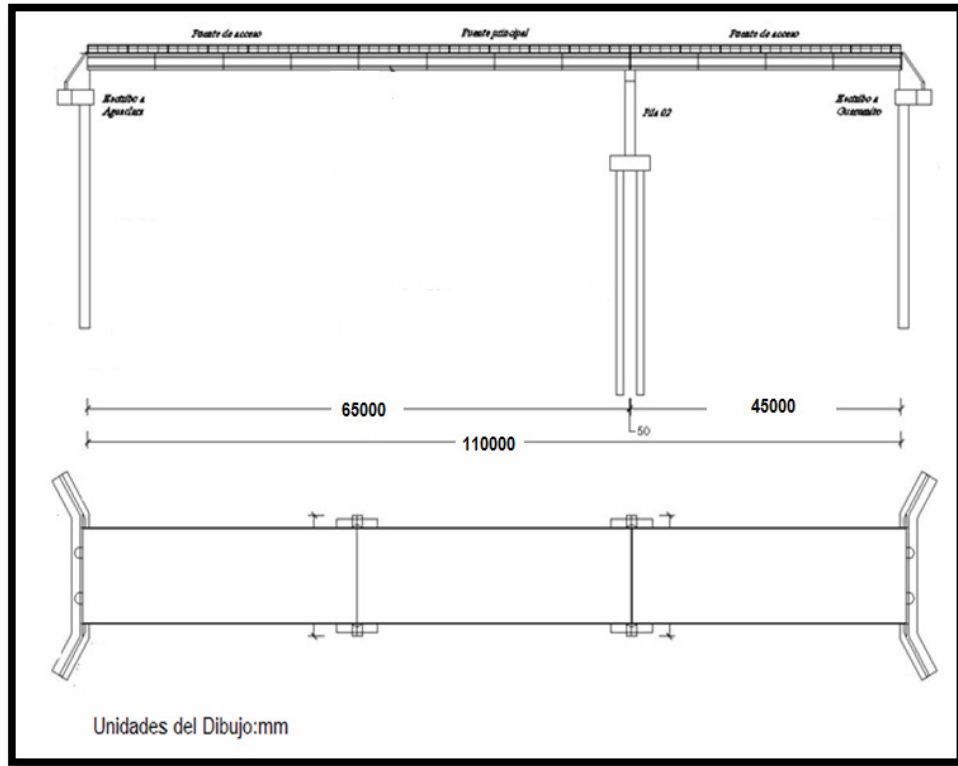
- Ancho del tablero = 13,7 m
- Calzada : 2x3,65 m = 7,3 m
- Berma :2x2,50 m = 5,00 m
- Andén peatonal a un solo costado: 1,40 m
- Baranda peatonal adosada, sin baranda vehicular.

**Figura 3.6 Sección Transversal del Puente metálico tipo I**



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 3.7 Sección Longitudinal del Puente en Concreto y Metálico



FUENTE: Elaboración Propia

## 4 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos relacionados con el Estudio Estructural para Diseño de Puentes, se presentan de la siguiente forma:

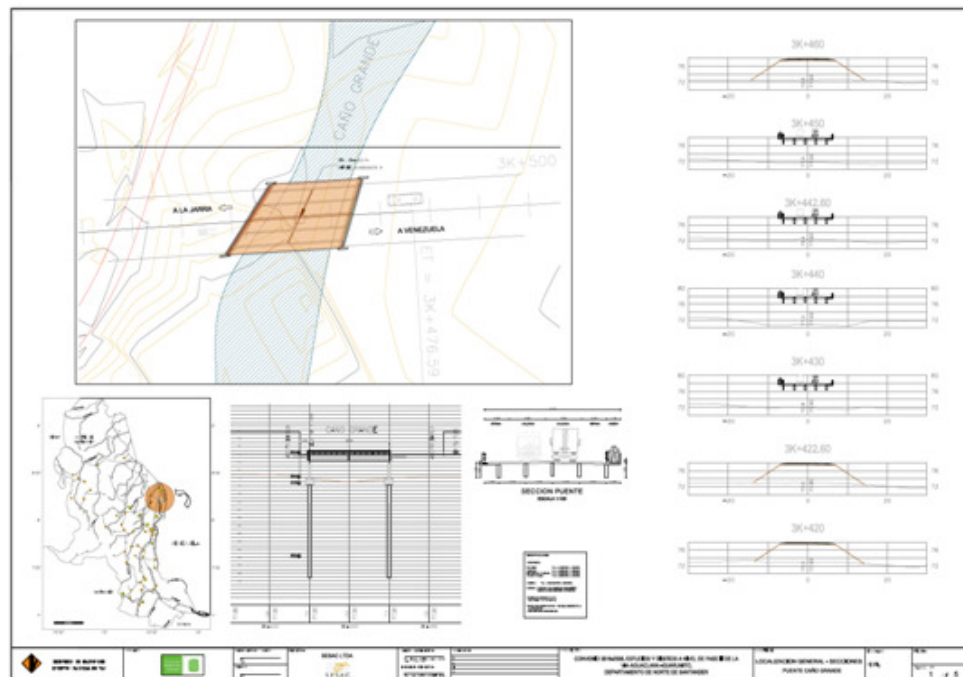
### 4.1 CAÑO GRANDE

Tabla 4.1 Listado de Planos Proyecto

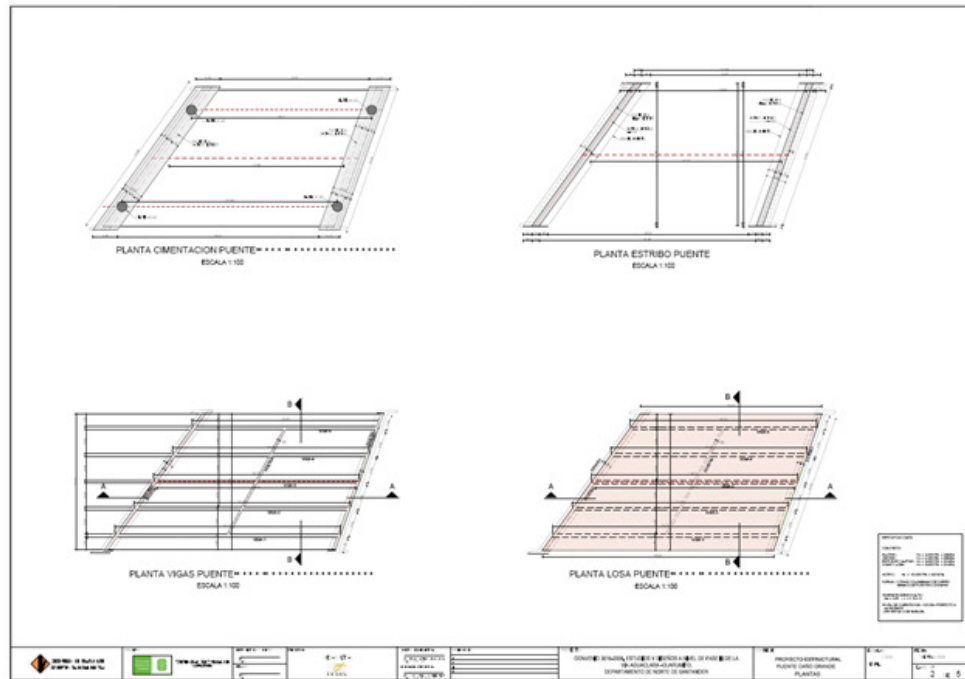
Puente	Nro. Plano	Código del Plano	Escala	Contenido
Caño Grande	1 de 5	INN3616-EST-P01	Indicadas	Proyecto Estructural Localización
	2 de 5	INN3616-EST-P02	Indicadas	Proyecto Estructural Plantas
	3 de 5	INN3616-EST-P03	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece Estribos y Aletas
	4 de 5	INN3616-EST-P04	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece de Vigas
	5 de 5	INN3616-EST-P05	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece de Vigas

Fuente: Equipo Técnico. Diseño Fase III Aguaclara - Guarumito. Universidad Industrial de Santander 2009

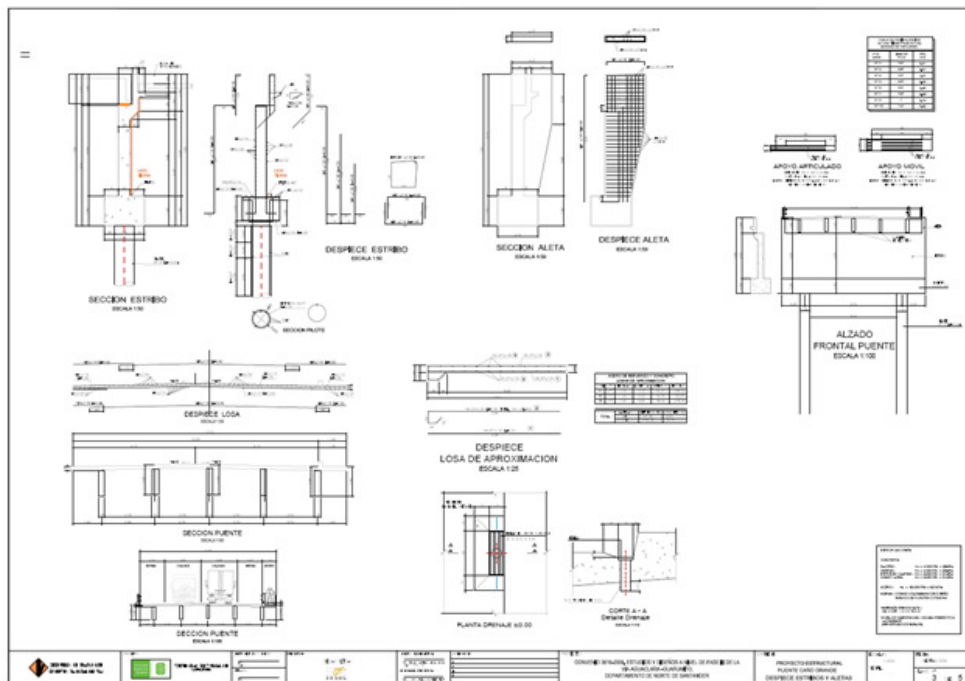
Plano N.1



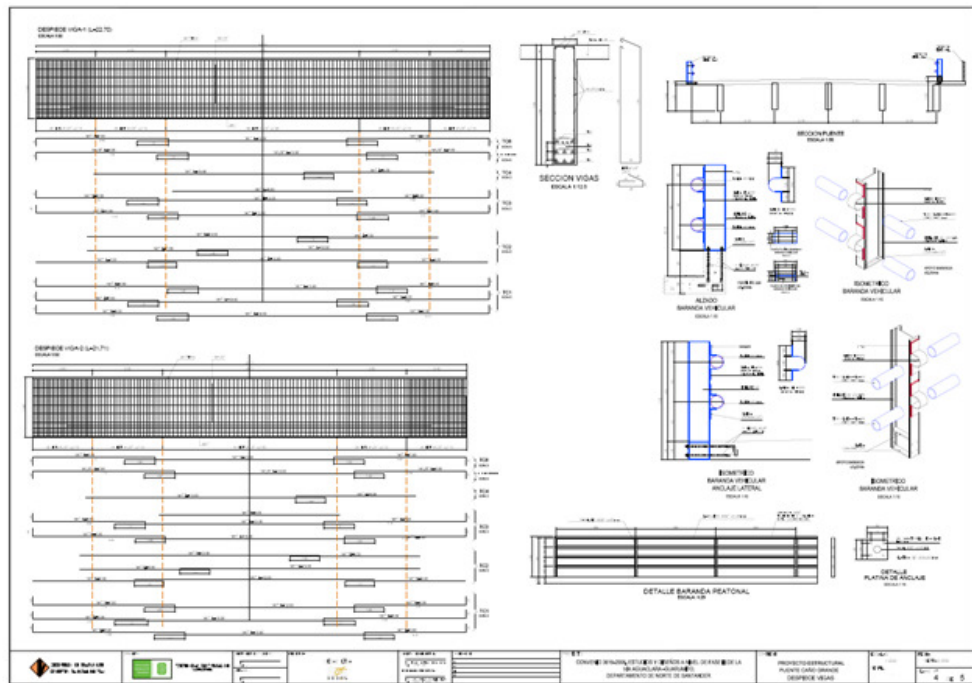
## Plano N.2



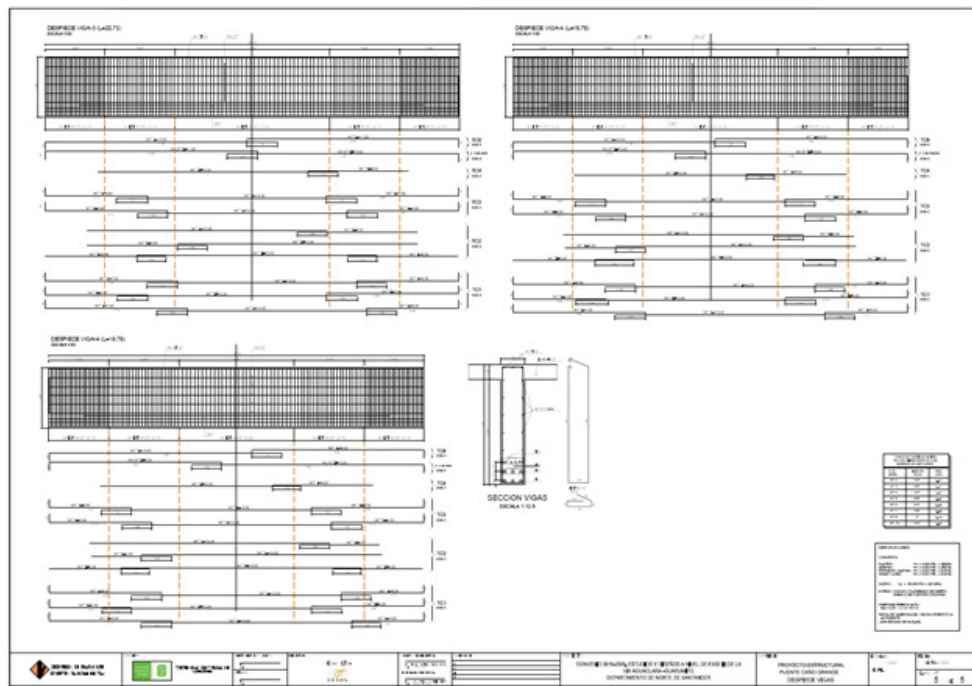
## Plano N.3



# Plano N.4



# Plano N.5



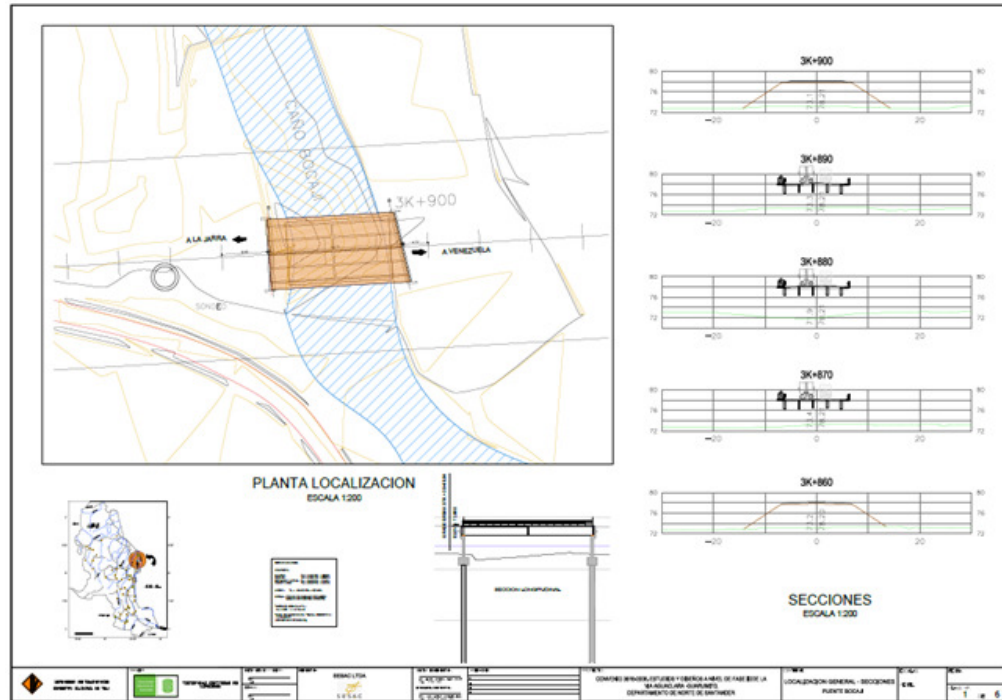
## 4.2 CAÑO BOCAJÍ

Tabla 4.2 Listado de Planos Proyecto

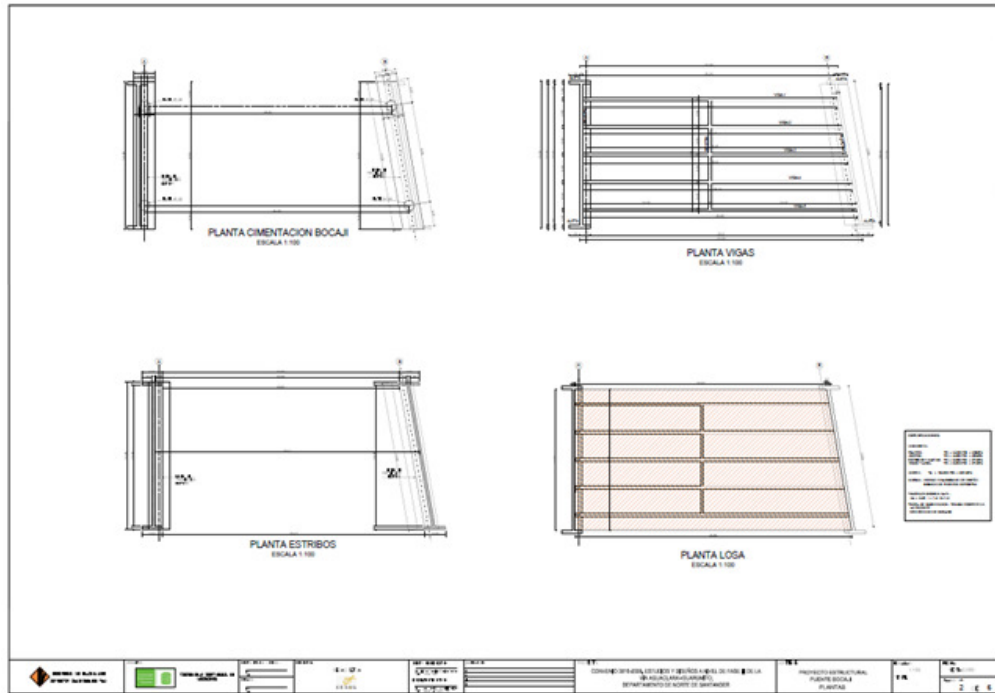
Puente	Nro. Plano	Código del Plano	Escala	Contenido
Caño Bocají	1 de 6	INN3616-EST-P06	Indicadas	Proyecto Estructural Localización General - Secciones
	2 de 6	INN3616-EST-P07	Indicadas	Proyecto Estructural Plantas
	3 de 6	INN3616-EST-P08	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece Estribos, Aletas, Losa
	4 de 6	INN3616-EST-P09	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece de Vigas
	5 de 6	INN3616-EST-P10	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece de Vigas
	6 de 6	INN3616-EST-P11	Indicadas	Proyecto Estructural Despiece de Vigas, Barandas

Fuente: Equipo Técnico. Diseño Fase III Aguaclara - Guarumito. Universidad Industrial de Santander 2009

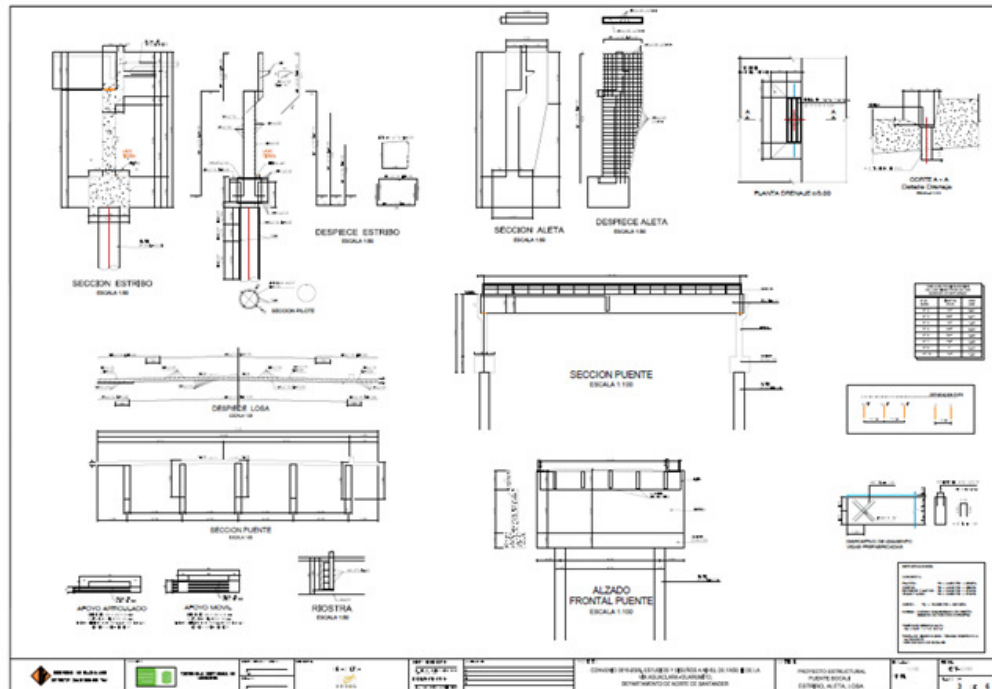
### Plano N.1



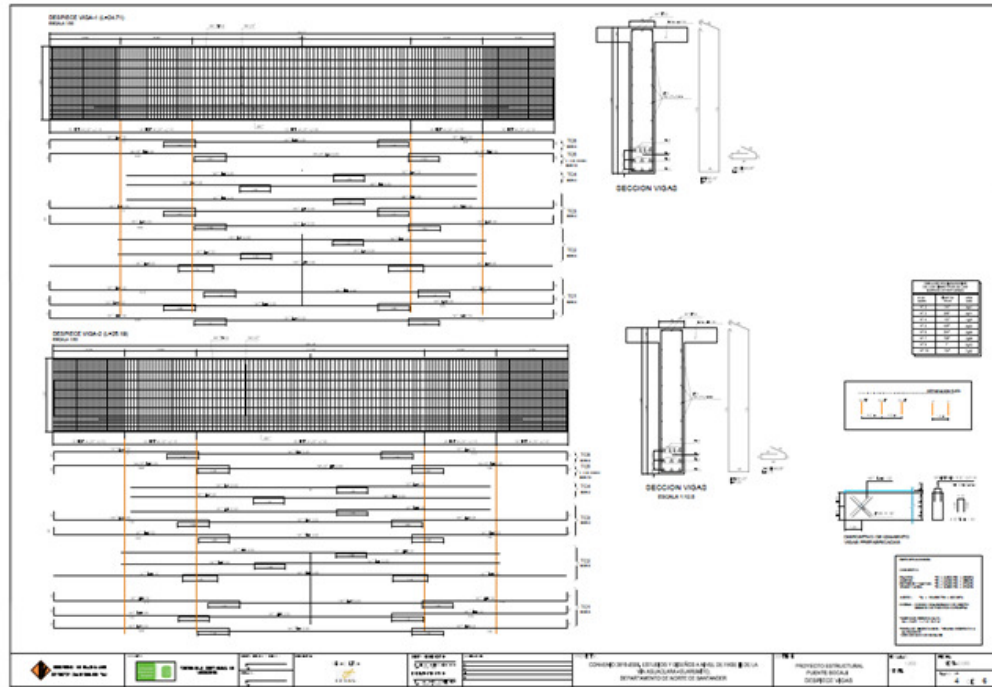
## Plano N.2



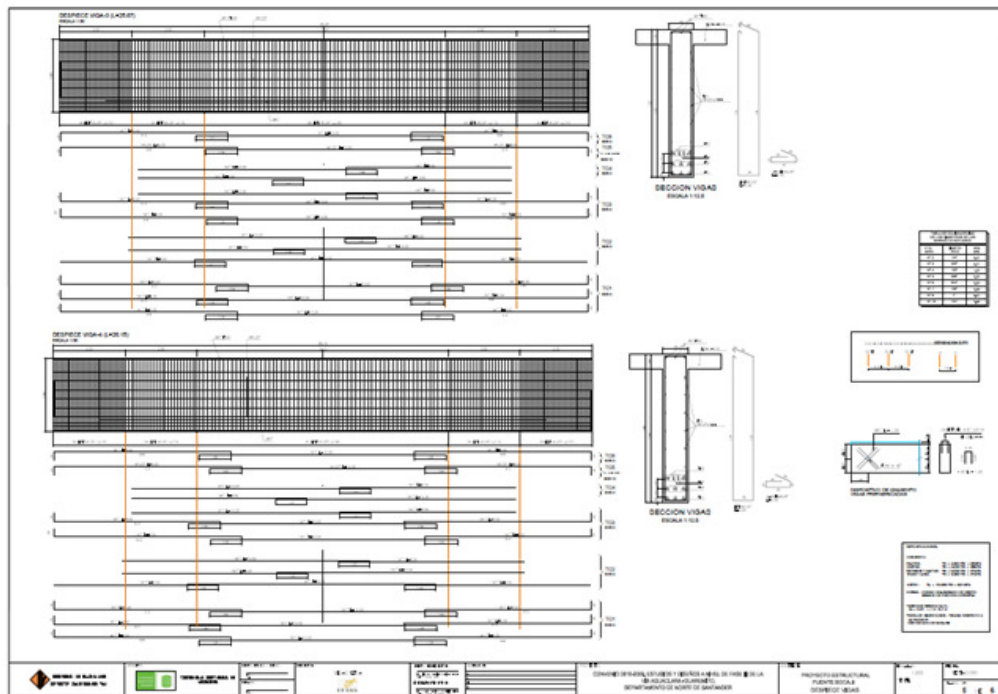
## Plano N.3



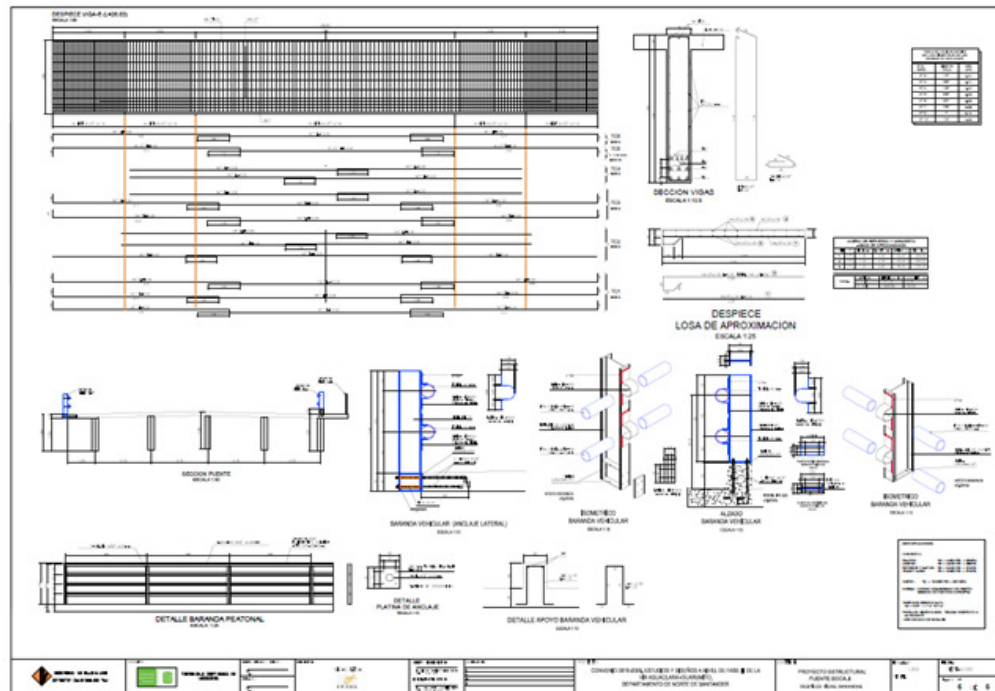
# Plano N.4



# Plano N.5



## Plano N.6



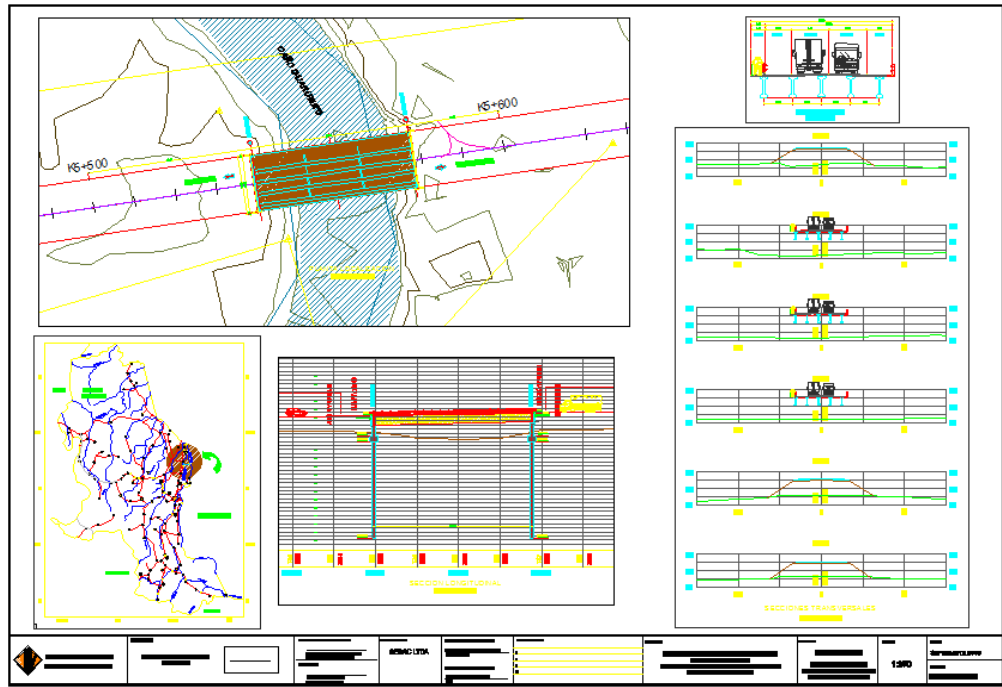
## 4.3 CAÑO GUARUMITO

Tabla 4.3 Listado de Planos Proyecto

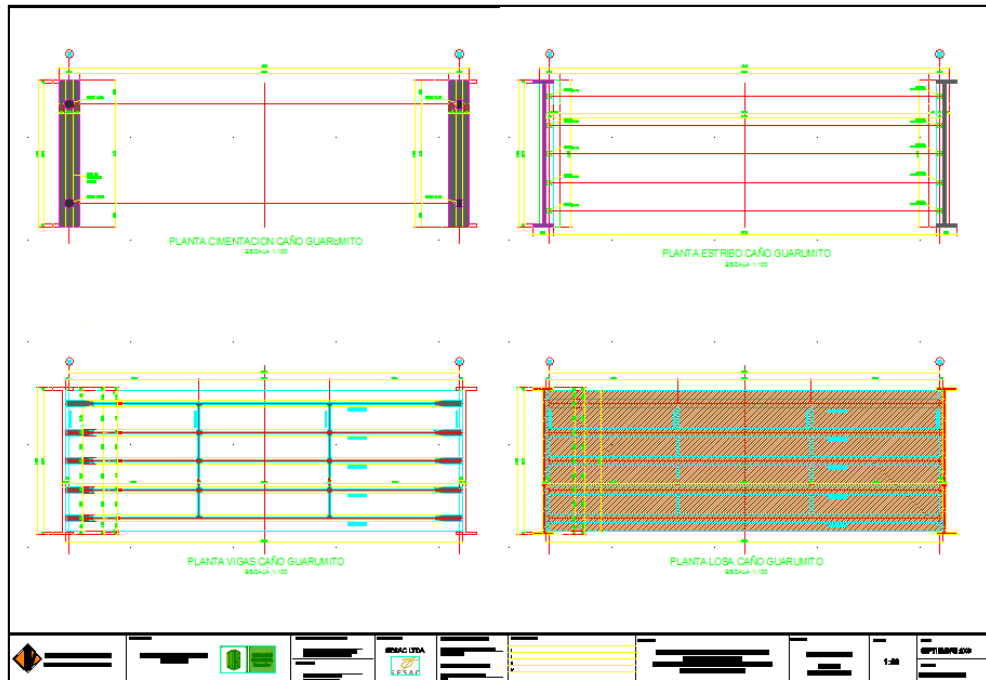
Puente	Nro. Plano	Código del Plano	Escala	Contenido
Caño Guarumito	1 de 6	INV 3616 - EST -P12	1:250	Proyecto Estructural Planta Localización y Secciones.
	2 de 6	INV 3616 - EST -P13	1:50	Proyecto Estructural Plantas Estructurales.
	3 de 6	INV 3616 - EST -P14	1:50	Proyecto Estructural Despiece Estribo y Losa de Aproximación.
	4 de 6	INV 3616 - EST -P15	1:50	Proyecto Estructural Despiece Riostra, Pasamanos Vehicular y Peatonal
	5 de 6	INV 3616 - EST -P16	1:250	Proyecto Estructural Detalle Sección Viga y Cables de Tensionamiento.
	6 de 6	INV 3616 - EST -P17	1:250	Proyecto Estructural Detalle de Ubicación de los Cables y Anclajes.

Fuente: Equipo Técnico. Diseño Fase III Aguaclara - Guarumito. Universidad Industrial de Santander 2009

Plano N.1

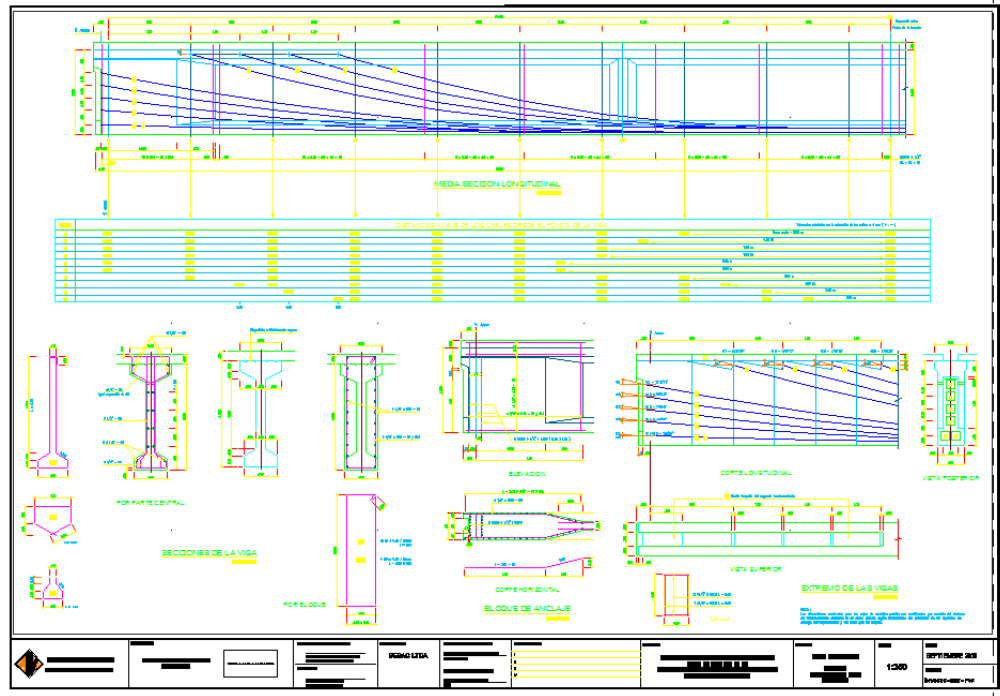


Plano N.2





Plano N.5



Plano N.6

