

**PRACTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN EL PROCESO DE DISEÑO,
INTERVENTORIA Y CONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS VIALES,
GEOTÉCNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PI SAS.**

FABIAN ENRIQUE FONSECA MACIAS



Universidad Industrial de Santander

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2014

**PRACTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN EL PROCESO DE DISEÑO,
INTERVENTORIA Y CONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS VIALES,
GEOTÉCNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PI SAS.**

FABIAN ENRIQUE FONSECA MACIAS

*Trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial en PI SAS para optar
por el título de Ingeniero Civil*

DIRECTOR

HEBENLY CELIS LEGUIZAMO
Ingeniera Civil, M.Sc – Profesor UIS

TUTOR

PEDRO PABLO PICO VELANDIA
Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2014

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a Dios por haberme guiado en mi camino y darme todo para lograr mis metas.

A mis padres y hermana, a mi familia y amigos que estuvieron presentes en este bonito proceso de pregrado, brindándome su apoyo y compañía.

A la empresa Proyectos Geotécnicos, Ambientales y de Ingeniería - PI SAS en especial a los Ingenieros GUILLERMO VALENCIA y CLARA GUERRA, por darme la oportunidad de realizar la práctica empresarial y al Ingeniero PEDRO PABLO PICO VELANDIA, por compartir sus conocimientos y experiencias durante estos cuatro meses.

Y a la ingeniera HEBENLY CELIS LEGUIZAMO, director de proyecto, por su disposición y orientaciones en la realización del proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES	13
1.1 Generalidades de la Empresa	13
1.1.1 Organigrama de la Empresa	13
1.2 Participación como auxiliar de Ingeniería	14
1.3 Actualización de estudios y diseños a nivel Fase III de carretera Bucaramanga – Alto Del Escorial	15
2. APORTE POR PARTE DEL PRACTICANTE	16
2.1 Marco Teórico	16
2.1.1 Apique (A.P)	16
2.1.2 Perforación (P)	16
2.1.3 Canteras	17
2.1.4 Ensayos de Laboratorio	17
2.2 Actividades Realizadas	17
2.2.1 Apiques Tramo II	17
2.2.1.1 Perfiles de Campo (Exploración)	19
2.2.1.2 Clasificación del Suelo	21
2.2.1.3 Contenido de Humedad	22
2.2.1.4 Limites de Atterberg	22
2.2.1.5 CBR Inalterado	22
2.2.2 Perforaciones Tramo II	23
2.2.2.1 Clasificación de Suelos, Contenido de humedad, Limites de Atterberg	24
2.2.2.2 Compresión Inconfinada	24
2.2.2.3 Resistencia A La Compresión En Núcleos De Perforación	25
2.2.2.4 Perfil de Registro	26

2.2.3 Caracterización Fuentes de Material Tramo II	26
3. CONCLUSIONES	28
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
BIBLIOGRAFIA	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama PI SAS	14
Figura 2	Localización Santander	15
Figura 3	Localización Norte de Santander	15
Figura 4	Penetrometro Dinámico de Cono (PDC), AP 14	19
Figura 5	Perfil Exploración, AP 15	20
Figura 6	Análisis Granulométrico por Tamizado, AP 33	21
Figura 7	CBR Inalterado, AP 14	23
Figura 8	Compresión Inconfinada, Muestra 6, Sondeo P7	25
Figura 9	Resistencia a la Compresión, Muestra 16, Sondeo P49-I	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Resumen Apiques	18
Tabla 2	Registro Sondeo, Portal de Entrada (P.E) Túnel Helicoidal	26
Tabla 3	Localización Análisis De Cantera	27

RESUMEN

TÍTULO: PRACTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN EL PROCESO DE DISEÑO, INTERVENTORIA Y CONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS VIALES, GEOTÉCNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PI SAS.¹

AUTOR: FABIAN ENRIQUE FONSECA MACIAS²

PALABRAS CLAVES: Laboratorio, Suelos, Ensayos, Cantera, Alto del Escorial.

DESCRIPCIÓN:

La diversidad de proyectos de ingeniería debe contar con una valoración geotécnica del terreno donde se ha propuesto su ejecución, a partir del estudio de suelos se pueden prevenir y solucionar problemas de deslizamientos, hundimientos, grietas, fallas o simplemente el colapso de la estructura debido a problemas de inestabilidad.

En el área de geotecnia en la empresa Proyectos Geotécnicos, Ambientales Viales y de Ingeniería PI S.A.S, se desarrollan actividades como consultoría, pruebas de laboratorio y perforaciones según la norma del Instituto Nacional De Vías -INVIAS para proyectos desarrollados en diferentes Municipios de los Departamentos del país.

Este proyecto describe las actividades que desarrolló el practicante como auxiliar de ingeniería en el Laboratorio De Suelos y en la Coordinación de Proyectos de Ingeniería de la empresa, entre otros, el proyecto denominado "Actualización de estudios y diseños a nivel Fase III de la carretera Bucaramanga – Alto Del Escorial".

Mediante la ejecución de sondeos encontró la caracterización detallada de los suelos, que servirán como fundación o soporte de las obras proyectadas. Determinó las características físicas y químicas en la composición de los suelos mediante ensayos de laboratorio e in situ, además del análisis de canteras para la utilización de fuentes de material en sub-rasante, sub base y base granular.

¹Proyecto de Grado. Modalidad de Práctica Empresarial

²Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Hebenly Celis Leguizamo. Tutor Pedro Pablo Pico Velandia.

SUMMARY

TITLE: PRACTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN EL PROCESO DE DISEÑO, INTERVENTORIA Y CONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS VIALES, GEOTÉCNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PI SAS.¹

AUTHOR: FABIAN ENRIQUE FONSECA MACIAS²

KEY WORDS: Laboratory, soils, essays, quarry, Alto Del Escorial.

DESCRIPTION:

The diversity of engineering projects must have a valuation of the geotechnical field where an proposed its implementation, based on the study of soils can be prevent and solve problems of landslides, subsidence, cracks, crashes, or simply the collapse of the structure due to instability problems.

In the geotechnical area in the company Proyectos Geotécnicos, Ambientales Viales y de Ingeniería PI S.A.S, develop activities that range from consultation until laboratory tests under the rule of the Instituto Nacional De Vias -INVIAS developed in municipalities in the departments of the country.

This project describes the development activities that the practitioner as engineering assistant in the Laboratory of soil and in the coordination of Engineering Projects of the company, among others, the project called "Actualización de estudios y diseños a nivel Fase III de la carretera Bucaramanga – Alto Del Escorial".

Through the implementation of polls found the detailed characterization of the soil, which will serve as the foundation for the planned works. Determined the physical and chemical characteristics in the composition of the soil by laboratory tests and in situ, in addition to the analysis of quarries for the use of sources of material in subgrades and granular base.

¹Proyecto de Grado. Modalidad de Práctica Empresarial

²Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Hebenly Celis Leguizamo. Tutor Pedro Pablo Pico Velandia.

**PRACTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN EL PROCESO DE DISEÑO,
INTERVENTORIA Y CONTROL DE CALIDAD DE PROYECTOS VIALES,
GEOTÉCNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PI SAS.**

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del territorio está sujeto a la planeación y la realización de proyectos que proporcionen soluciones y/o mejoras. El sistema vial de Santander adquiere sensatos desafíos hacia el futuro y en especial si se tiene en cuenta el papel que juega en las formas de ocupación del territorio y como instrumento para la superación de las disparidades interdepartamentales; en este sentido se realiza el proyecto denominado “Actualización de estudios y diseños a nivel Fase III de la carretera Bucaramanga – Alto Del Escorial “con el fin de la interconexión terrestre de los territorios en la consolidación del gran Santander como una sola visión hacia el desarrollo.

Este proyecto contiene la realización de exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios donde se ubicarán obras a lo largo del trazado conforme los requerimientos para el desarrollo de los estudios a nivel de Fase III.

Proyecto a cargo del consorcio Diseños Viales y la realización de exploración y caracterización por parte de la empresa Proyectos Geotécnicos, Ambientales, Viales y de Ingeniería -PI SAS.

A lo largo de la práctica se apoyo en las labores relacionadas con los estudios mencionados como perforaciones (sondeos) y apiques entre otros, además de la realización de las memorias de los diferentes ensayos de laboratorio y actividades asignadas por el coordinador de proyectos.

1. GENERALIDADES

1.1. Generalidades de la empresa³

La empresa Proyectos Geotécnicos, Ambientales, Viales y de Ingeniería - PI SAS - brinda servicios de excelencia en consultoría, perforaciones y ensayos de materiales en el área de las diferentes Ingenierías, especialmente en los proyectos geotécnicos, ambientales y viales, a través de las actuaciones de sus miembros, principales y asociados, en sus respectivas áreas de competencia y experiencia, para asistir a las instituciones públicas y privadas en todo lo concerniente al desarrollo de los proyectos en las fases de planeamiento, diseño y construcción.

Actualmente la empresa está bajo la dirección del Ingeniero Civil Guillermo Andrés Valencia Pinzón, además se encuentra en el proceso de certificación de calidad ISO 9001 y acreditación de laboratorio de suelos por la norma técnica de calidad NTC ISO IEC 17025.

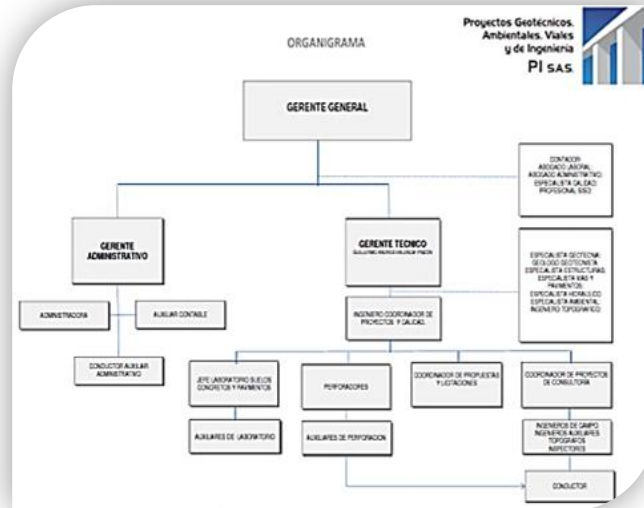
1.1.1. Organigrama de la empresa

Proyectos Geotécnicos PI SAS se encuentra constituida por Gerencia General, Gerencia Administrativa, Gerencia Técnica, Coordinación de Proyectos y Calidad, y los diferentes elementos que conforman la estructura de la organización. (Ver Figura. 1).

En la Coordinación de Proyectos y de Calidad se coordinan trabajos de ejecución y diseños en caracterización y perforación, mantenimiento y reposición de redes viales, y la construcción e interventoría de nuevas redes y estructuras complementarias

³Tomado de la página web de la empresa <http://www.pi-sas.com>

Figura 1. Organigrama de PI SAS.



Fuente: PI SAS

1.2. Participación como auxiliar de ingeniería

La Coordinación de Proyectos es una de las dependencias de la empresa PI SAS en la cual se trabaja en el cálculo de ensayos, la realización de estudios, descripción de suelos y análisis de resultados, así como en el diseño de estabilización de terrenos inconsistentes.

A lo largo de la práctica se apoyó en las labores relacionadas con el desarrollo de los proyectos a cargo de dicha coordinación.

Por medio del Ingeniero Pedro Pablo Pico Velandia, tutor asignado y coordinador de Proyectos, se encargó al practicante el acompañamiento in-situ y la realización de diseños de los perfiles estratigráficos de los diferentes apiques, perforaciones y análisis de fuentes de material o canteras, teniendo en cuenta los resultados de ensayos de laboratorio calculados por el mismo, del proyecto “ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL FASE III DE LA CARRETERA BUCARAMANGA – ALTO DEL ESCORIAL” el cual fue finalizado por el ingeniero Pedro Pico Velandia.

1.3. Actualización de estudios y diseños a nivel Fase III de la carretera Bucaramanga – Alto Del Escorial

Este diseño se elaboró a fin de dar mejoramiento en la conexión y movilidad entre los departamentos de Santander y Norte de Santander, conocida como “Vía Cúcuta - Bucaramanga por el Alto del Escorial”, comprendida por Santander con los municipios de Charta, Matanza, Surata, California y Alto del Escorial, como se muestra en la Figura 2, por Norte de Santander con los municipios de Arboledas, Cucutilla, Durania, Salazar de las Palmas y El Zulia. (Ver figura 3)

Figura 2. Localización Santander



Fuente: Jorge Caicedo COLFECAR.

Figura 3. Localización Norte de Santander



Fuente: Jorge Caicedo COLFECAR.

La construcción de este proyecto beneficiará directamente a los habitantes aledaños a la vía, como a la población en general. La conectividad y movilidad regional con la comunicación vial Bucaramanga – Cúcuta por el Alto Del Escorial, significará una reducción de costos y tiempo y un acercamiento a los mercados de Venezuela, la reducción del tiempo de recorrido de una a otra ciudad, reduciría la distancia en 35 kilómetros, pues la actual vía tiene 210 kilómetros frente a 175 del proyecto.

1.3.1. Parámetros de diseño

De acuerdo a la longitud del proyecto se requiriere caracterizaciones por tramos homogéneos para un mayor detalle del Estudio.

De acuerdo a los diseños entregados por el consorcio Diseños Viales se realizaron los estudios pertinentes para caracterización e identificación mediante técnicas de exploración y muestreo en la longitud Tramo II del proyecto.

2. APORTE POR PARTE DEL PRACTICANTE

2.1. Marco teórico

2.1.1 Apique⁴

Apiques y trincheras: Excavaciones a cielo abierto, hasta la profundidad deseada, tomando las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de material de las paredes que pueda afectar la seguridad del trabajador o contaminar la muestra que se espera obtener.

2.1.2 Perforación [1]

Perforación: cavidad, usualmente cilíndrica, practicada en el terreno y cuya longitud es mucho mayor que su diámetro. En geotecnia se presentan *perforaciones por percusión* (la que se practica hincando una herramienta en el terreno mediante golpes sucesivos o ensayo de penetración estándar) y *perforaciones rotatoria* (la que se practica al hacer avanzar en el terreno una broca que gira sobre su eje al tiempo que se aplica una presión sobre ella).

⁴ Tomado de Norma INVIAS -I.N.V. E – 101 – 07

2.1.3 Canteras⁵

Cantera: es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridas. Las canteras suelen ser explotaciones de pequeño tamaño, aunque el conjunto de ellas representa, probablemente, el mayor volumen de la minería mundial.

2.1.4 Ensayos de Laboratorio

Ensayo: conjunto definido de operaciones para la identificación medida y evaluación de una o más características de un material, producto, sistema o servicio cuyo resultado se expresa numéricamente.

2.2. Actividades Realizadas

2.2.1. Apiques Tramo II

Según la norma del Instituto Nacional de Vías - I.N.V. E – 101 – 07, la profundidad de los apiques o perforaciones para estratos de pavimentos en carreteras, aeropuertos, o áreas de estacionamiento, deberá ser al menos de 1.5 m (5 pies) por debajo del nivel proyectado para la sub-rasante, pero circunstancias especiales pueden aumentar esa profundidad o disminuir.

Para el diseño del tramo II inicialmente se elaboraron 35 apiques por sectores de acuerdo con los puntos y coordenadas especificadas en los diseños.

⁵ CANTERA. [En línea]. Disponible en Internet: <www.marmolid.com/instalaciones.php>. [Citado: 21, Abril, 2014].

Las dimensiones de los apiques realizados fueron de 1m x 1m y su profundidad varió de acuerdo a la tipología del terreno, ya que en algunos casos la dureza no permitió avanzar más con la excavación. En la tabla 1 se muestra un resumen con sus respectivas dimensiones y profundidades alcanzadas.

Tabla 1. *Resumen apiques*

ABSCISA	APIQUE	Dim. LxA [m]	Prof. [m]
K33 + 507	A1	1,00 X 1,00 m	1,20 m
K33 + 531	A2	1,00 X 1,00 m	1,30 m
K33 + 735	A3	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K33 + 793	A4	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K35 + 800	A5	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K35 + 855	A6	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K36 + 172	A7	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K36 + 277	A8	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K36 + 404	A9	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K36 + 562	A10	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K36 + 652	A11	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K36 + 821	A12	1,00 X 1,00 m	1,55 m
K37 + 228	A13	1,00 X 1,00 m	1,50m
K37 + 352	A14	1,00 X 1,00 m	1,50m
K37 + 722	A15	1,00 X 1,00 m	1,50m
K37 + 908	A16	1,00 X 1,00 m	1,20m
K39 + 364	A17	1,00 X 1,00 m	1,50m
K39 + 441	A18	1,00 X 1,00 m	1,50m
K40 + 040	A19	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K40 + 553	A20	1,00 X 1,00 m	1,50m
K41 + 620	A21	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K41 + 700	A22	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K42 + 080	A23	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K42 + 182	A24	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K49 + 260	A25	1,00 X 1,00 m	1,20 m
K49 + 291	A26	1,00 X 1,00 m	1,20 m
K49 + 495	A27	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K52 + 150	A28	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K52 + 183	A29	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K53 + 960	A30	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K54 + 536	A31	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K54 + 586	A32	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K55 + 105	A33	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K55 + 200	A34	1,00 X 1,00 m	1,50 m
K56 + 110	A35	1,00 X 1,00 m	1,50 m

Fuente: *Elaboración Propia*

Se realizó inspección en sitio de cada uno de los respectivos apiques realizando ensayos de cono dinámico (ver figura 4) para evaluar la resistencia in-situ del suelo inalterado donde la presencia de partículas de gran tamaño en estratos rocosos condujo a la suspensión de la penetración.

Figura 4. *Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC), AP 14*



Fuente: *Elaboración Propia*

A cada apique se le realizo su respectivo perfil de campo. Además se realizaron diferentes ensayos de laboratorio como Clasificación de Material, Contenido de Humedad y Límites de Atterberg⁶, y en apiques donde la tipología lo permitía se extrajeron cilindros para CBR inalterado.

De igual forma se desarrollaron 4 apiques localizados en el intercambiador el diamante.

2.2.1.1 Perfiles de Campo (Exploración)

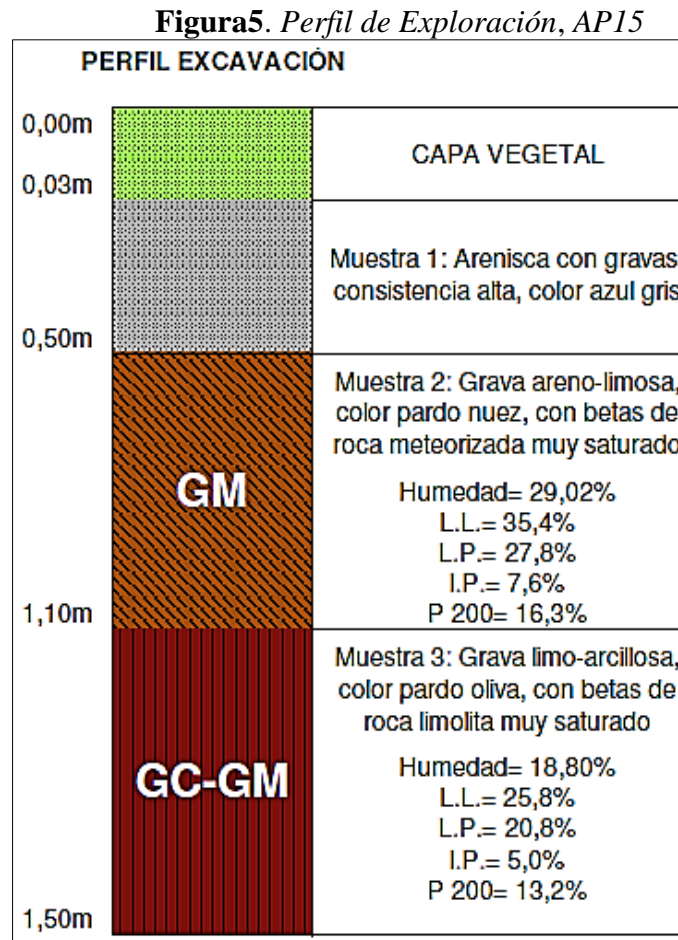
Cada tipo de suelo tiene un perfil que lo distingue debido al material de origen (roca madre), al relieve, a las condiciones climáticas y a la vegetación. Estas propiedades pueden ayudar a identificar los diferentes tipos de suelos, cada uno de los cuales pueden requerir análisis y tratamiento específico. A menudo se encuentran propiedades similares de ingeniería, donde existen características similares para el perfil del suelo.

⁶ Albert Mauritz Atterberg (1846-1916)

Los cambios en las propiedades del suelo en áreas adyacentes indican a menudo cambios en el material de origen o en el relieve.⁷

Los perfiles de campo se desarrollaron de acuerdo a la Norma Técnico Colombia –NTC-1504.

Primero se realizo un bosquejo en sitio por cada apique. Realizados los ensayos de clasificación, humedad y límites se elaboro el perfil de campo final como se muestra en la figura 5.



Fuente: *Elaboración Propia*

⁷ Tomado de Instituto Nacional de Vías-INVIAS
I.N.V. E – 101 – 07

Se realizaron apiques en el tramo correspondiente al intercambiador el diamante según diseños.

2.2.1.2 Clasificación del Suelo

Se tomaron muestras de cada uno de los apiques para la respectiva clasificación por el análisis granulométrico por tamizado. El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo⁸ (ver figura 6).

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella.

Obtenidos los datos de laboratorio se procedió a la elaboración de los cálculos respectivos para así clasificar el material.

Figura 6. *Análisis Granulométrico por Tamizado, AP33*



Fuente: *Elaboración Propia*

⁸Tomado de Instituto Nacional de Vías-INVIAS
I.N.V. E – 123 – 07

2.2.1.3 Contenido de Humedad

El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua libre", en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material.

Se realizaron los cálculos pertinentes de acuerdo a los datos entregados por el laboratorista⁹.

2.2.1.4 Limites de Atterberg [2]

Con la muestra obtenida de cada apique, se determinaron los límites de Atterberg para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, así calcular y establecer su consistencia.

El cálculo de los límites líquido y plástico permitió clasificar el material por el método de Sistema unificado de clasificación de suelos USCS. [3]

2.2.1.5 CBR Inalterado

Se tomaron CBR inalterados en los diferentes apiques como se ve en la figura 7, en condiciones de tamaños grandes en suelo rocoso no se tomaron muestras.

De acuerdo a la norma del Instituto Nacional De Vías -I.N.V.E-148-07 se determino el índice de resistencia de los suelos denominado relación de soporte de California, que es muy conocido debido a su origen, como CBR (California Bearing Ratio).

⁹Federico Osorio, Laboratorista, Proyectos Geotécnicos -PI SAS-

Figura 7. CBR Inalterado, AP14



Fuente: *Elaboración Propia*

2.2.2 Perforaciones Tramo II

Se empleó el método de perforación con brocas, con el fin de obtener núcleos de roca y de algunos suelos que no podían ser muestreados mediante los métodos usuales por ser demasiado duros y encontrarse a grandes profundidades. Mediante este método, se buscó obtener datos para el diseño de fundaciones con propósitos de ingeniería, antes que para la exploración de minerales y de minas. [4]

Estas perforaciones se realizaron con maquinaria por rotación Petty Sencilla, Petty reformada y Sprague C-40 con brocas diámetro NQ 4.7 cm aproximadamente.

Se realizaron perforaciones para extracción de núcleos según los puntos especificados en el diseño del tramo II. Ejemplo el tramo comprendido entre los municipios de Matanza y Surata conformado por un túnel helicoidal (ver anexo plano perfil helicoidal) se ejecutaron perforaciones en el Portal de Entrada y en el Portal de Salida.

A cada sondeo se le realizó un perfil de registro, además de los respectivos estudios para su caracterización: clasificación, límites, compresión inconfínada, resistencia a la compresión de núcleos y carga puntual en rocas.

2.2.2.1 Clasificación de Suelos, Contenido de humedad, Límites de Atterberg

Se realizaron los cálculos respectivos según la norma de Instituto Nacional De Vías- INVIAS- para cada uno de los ensayos respectivos, con los procedimientos ya descritos anteriormente en este artículo en APIQUES.

2.2.2.2 Compresión Inconfínada

Se realizaron los cálculos respectivos a partir de los datos entregados en laboratorio de las muestras extraídas de cada sondeo, determinando la resistencia a la compresión inconfínada¹⁰ de suelos cohesivos bajo condiciones inalteradas o remodeladas, aplicando carga axial como se muestra en la Figura 8.

¹⁰La Resistencia a la compresión inconfínada, es la carga por unidad de área a la cual una probeta de suelo, cilíndrica o prismática, falla en el ensayo de compresión simple. Norma INV E-152 del Instituto Nacional de Vías – INVIAS-

Figura 8. *Compresión Inconfinada, Muestra 6, Sondeo P7*



Fuente: *Elaboración Propia*

2.2.2.3 Resistencia A La Compresión En Núcleos De Perforación

Se fallaron las diferentes muestras de núcleo de roca extraídas por cada sondeo, fallando los núcleos en una prensa hidráulica (ver figura 9) para la determinación de la carga de falla aplicada para estimar la resistencia (cálculos).

Figura 9. *Resistencia a la compresión, Muestra 16, Sondeo P49-I*



Fuente: *Elaboración Propia*

2.2.2.4 Perfil de Registro

De acuerdo al perfil de campo entregado por los perforadores¹¹ se procedió a la realización del perfil REGISTRO DE SONDEO EN SUELOS (ver tabla 2), no se utilizó ningún programa estratigráfico ya que los diseños finales los realiza el consorcio Diseños Viales.

Tabla 2.Registro de Sondeo, P.E Túnel Helicoidal.

Sondeo No: P.E TUNEL SURATA					Localización: TUNEL SURATÁ HELICOIDAL						
Fecha: 13/11/2013			Profundidad (m): 30,00			Hoja: 1		de 2			
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción	Muestra	No. Golpes S.P.T	Límites de Atterberg		Humedad (%)	Clasif U.S.C.S	
							LL (%)	IP (%)			
0,00	0,50			Limo arcilloso de consistencia firme, color café	1	N=15 5,5,10	-	-	-	-	
0,50				IDEN, muestra lavado	-	-	-	-	-	-	
1,00	0,50				Limo arcilloso de consistencia dura, color café	2	N=39 12,17,22	-	-	-	-
1,50	0,50				IDEN, rechazo 51/5 cm	3	N=86 24,35,51	-	-	-	-
2,00	0,50										
CONTINUA.....											

Fuente: *Elaboración Propia*

2.2.3 Caracterización Fuentes de Material Tramo II

Se realizaron tomas de fuente de material para análisis y caracterización de canteras para base y sub base según artículo 300 de INVIAS realizando con ello ensayos de laboratorio de Granulometría, Límites y Humedad, Contenido de materia orgánica, Azul de metileno,

¹¹ Edwin Cano Saavedra y Yesid Duarte Rincón, perforadores de Proyectos Geotécnicos- PI SAS.

CBR, Solidez Gruesos y Finos, Desgaste en la Maquina de los Ángeles, Equivalente de Arena, Micro-Deval, Proctor Modificado, Terrones De Arcilla.

Tabla 3. *Localización análisis de cantera*

CANTERA	FUENTE No.	USO
QUEBRADA BOLIVIA K48+450	1	BG ,SBG Y CONCRETOS
C. QUEBRADA BOLIVIA K48+500	2	BG Y SBG
C. PUENTE TIERRA K48+800	3	BG Y SBG
PUENTE TIERRA K48+900	4	BG Y SBG
GRAMALOTICO K50+200	5	BG Y SBG
PUENTE RIO CACHIRÍ K51+600	6	BG Y SBG
QUEBRADA CARRIZAL K42+400	7	BG Y SBG

Fuente: *Elaboración Propia*

3. CONCLUSIONES

Durante el periodo de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería se adelantaron satisfactoriamente las actividades asignadas por la coordinación de proyectos, en la cual el estudiante involucro los conocimientos recibidos durante el proceso de pregrado y los puso a prueba en el cálculo, la revisión y determinación de los parámetros de caracterización de suelos.

Las profundidades de perforación para estructuras como puentes, viaductos, y túneles del el proyecto vial Bucaramanga –alto del Escorial fueron iguales o mayores a los 20m debido a las dimensiones de las estructuras diseñadas como viaductos de 200m a 300m de longitud, túneles de diferentes longitudes 100m hasta 5000m. El objetivo en cada perforación fue encontrar un estrato resistente preferiblemente roca sana.

En el proyecto vial Bucaramanga – Altos del Escorial se encontraron diferentes tipos de suelo como residuales, coluviales, depósitos aluviales y macizos rocosos de diferentes formaciones Geológicas, en los primeros tres casos es muy importante ejecutar correctamente el ensayo SPT, registrando correctamente el número de golpes de acuerdo a la norma INVÍAS INV - 111-07, en las rocas especialmente la recuperación de muestra debe ser muy aproximada al 100% registrando la longitud de los núcleos de perforación calculando así el parámetro de calidad RQD.

Uno de los principales problemas en la ejecución de perforaciones y apiques es el acceso a los puntos establecidos, en varias ocasiones es necesario el uso de decenas de personas o caballos para mover los equipos, pero aunque estas labores toman tiempo es importante hacer los ensayos en el punto indicado, esto reduce el margen de error en los diseños.

Se puede entender el comportamiento de los suelos mediante los ensayos de laboratorio, incluso con práctica es posible analizar la veracidad de resultados comparando diferentes ensayos que se practican a los materiales permitiendo aclarar conceptos en cuanto al comportamiento de ellos, por ejemplo: unos límites de consistencia y granulometría pueden dar una idea de que densidad va a tener el suelo, que resultado de CBR o CORTE DIRECTO.

Los suelos cohesivos la mayoría de las veces presentan menor valor en porcentaje CBR, mientras que los granulares tienen más resistencia la cual sirven mejor para sub-rasantes, sub-bases o Bases Granulares.

Es importante desarrollar actividades como perforaciones y ensayos de laboratorio además de otros métodos de estudio de los suelos (Geofísica, tomografías, radares) para establecer de manera correcta las condiciones del terreno que servirá de soporte a cualquier estructura precisando los cálculos de diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] HOYOS PATIÑO, Fabián. Geotecnia. Diccionario Básico. 1ed. Medellín. Medellín: Hombre Nuevo Editores, 2001. 182p.

[2] BRAJA M, Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.1ed. California State University, Sacramento. International Thomson Editores, 2001. 594p.

[3] CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones.5ed. México. Limusa Noriega Editores, 2004. 650p.

[3] GALABRO, Paul. Tratado de procedimientos generales de construcción. Maquinaria general en obras y movimientos de tierra.1ed. Barcelona. Editorial Reverté, 2002. 473p.

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (1995), Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, Colombia

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (2010), Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
NSR-10, Título H, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Análisis granulométrico de suelos por tamizado, I.N.V. E – 123 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Compresión inconfiada en muestras de suelos, I.N.V. E – 152 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados, I.N.V. E – 211 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Determinación del límite líquido de los suelos, I.N.V. E – 125 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Determinación de la resistencia al desgaste utilizando el equipo Micro-Deval, I.N.V. E – 238 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases granulares y bases granulares y estabilizadas, ARTICULO – 300 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos, I.N.V. E – 126 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Preparación de muestras húmedas de suelo para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas, I.N.V. E – 101 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio), I.N.V. E – 148 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Relaciones de humedad-masa unitaria seca en los suelos Ensayo modificado de compactación), I.N.V. E – 142 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5mm (1½”) por medio de la máquina de Los Ángeles, I.N.V. E – 218 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Sanidad de los agregados frente a la acción de las soluciones de sulfato de sodio o de magnesio – solidez, I.N.V. E – 142 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS –INVIAS- (2007), Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenante mineral, I.N.V. E – 235 – 07, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

NORMA TECNICA COLOMBIANA –NTC- (2000), clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (sistema de clasificación unificada de suelos), NTC 1504, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia.

JUAREZ BADILLO Y RICO RODRÍGUEZ, Mecánica de Suelos, Tomo I. Ed. Limusa 1989.

TERZAGHI Y PECK, Mecánica de Suelos en Ingeniería Práctica, Ed. Wiley e hijos New York, 1963.