

**SUPERVISAR Y REVISAR LOS PROCESOS, PROCEDIMIENTOS Y
RESULTADOS QUE SUMINISTRA EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA
EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S**

**VANESSA VARGAS MORALES
ID: 000220396**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2017**

**SUPERVISAR Y REVISAR LOS PROCESOS, PROCEDIMIENTOS Y
RESULTADOS QUE SUMINISTRA EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA
EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S**

VANESSA VARGAS MORALES

***FIRMA DEL ESTUDIANTE* _____**

**SUPERVISOR DE LA EMPRESA
ING. ORLANDO OTERO RODRÍGUEZ**

***VISTO BUENO SUPERVISOR* _____**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2017**

**SUPERVISAR Y REVISAR LOS PROCESOS, PROCEDIMIENTOS Y
RESULTADOS QUE SUMINISTRA EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA
EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S**

VANESSA VARGAS MORALES

**Práctica Empresarial como requisito para optar al título de:
Ingeniera Civil**

**Director:
Msc. JULIAN ANDRÉ GALVIS FLÓREZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2017**

NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Enero de 2017.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. INTRODUCCION | 11 |
| 2. OBJETIVOS | 12 |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL | 12 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 12 |
| 3. ESTADO DEL ARTE | 13 |
| 4. ACTIVIDADES | 15 |
| 5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO | 17 |
| 6. METODOLOGIA | 21 |
| 6.1. EL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO POR LA EMPRESA DESDE EL INICIO FUE: | 21 |
| 6.2. PROYECTOS TRABAJADOR | 28 |
| 7. MARCO TEORICO | 32 |
| 7.1. SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS | 32 |
| 7.2. Pruebas de laboratorio | 32 |
| 7.3. LITOLOGÍA | 41 |
| 7.4. CARACTERIZACION DE LOS SUELOS | 44 |
| 7.5. RECURSOS SUMINISTRADOS POR LA EMPRESA | 47 |
| 7.5.1. Recursos Materiales | 47 |
| 7.5.2. Recursos Humanos | 48 |
| 8. APORTE AL CONOCIMIENTO | 49 |
| 9. CONCLUSIONES | 54 |
| 10. RECOMENDACIONES | 55 |
| BIBLIOGRAFIA | 56 |
| ANEXOS | 58 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. Clasificación genética de las unidades de suelo | 24 |
| Tabla 2. Resumen del proyecto Puente Nacional. | 29 |
| Tabla 3. Resumen del proyecto La Pradera..... | 30 |
| Tabla 4. Resumen del proyecto La Cemento Ciudad Verde. | 31 |
| Tabla 5. Valor de la densidad de los sólidos..... | 33 |
| Tabla 6. Guía en relación con la masa de suelo seco y el volumen del picnómetro por utilizar, dependiendo del tipo de suelo..... | 39 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. Equipo de perforación..... | 22 |
| Figura 2. Equipo de perforación..... | 23 |
| Figura 3. Muestras de suelo..... | 24 |
| Figura 4. Identificación sondeo San Jorge La Quebrada. | 25 |
| Figura 5. Ácido clorhídrico. | 25 |
| Figura 6. Lupa..... | 26 |
| Figura 7. Navaja-Martillo. | 26 |
| Figura 8. Geometría y distribución de los granos..... | 43 |
| Figura 9. Relación de los constituyentes de tierra fina por tamaño, definiendo las clases texturales y subclases de arena..... | 46 |
| Figura 10. Ejemplo Inventario del proyecto La Pradera. | 51 |
| Figura 11. Ejemplo Inventario del proyecto Guepsa. | 51 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Anexo A. Formato ensayo de penetración rotación percusión CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. | 58 |
| Anexo B. Formato para la clasificación de los suelos CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. | 59 |
| Anexo C. Formato para la determinación del peso unitario CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. | 60 |
| Anexo D. Formato de resultados obtenidos por el programa gINT V8i. | 61 |
| Anexo E. Formato de resultados obtenidos por el programa LogPlot. | 62 |

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SUPERVISAR Y REVISAR LOS PROCESOS, PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS QUE SUMINISTRA EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S

AUTOR(ES): VANESSA VARGAS MORALES

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): JULIAN ANDRÉ GALVIS FLOREZ

RESUMEN

Los ensayos de laboratorio, son una tarea de suma importancia en el ámbito ingenieril, por ende se debe realizar una correcta supervisión de todos los procesos, procedimientos y resultados que se efectúen dentro de él, esto se hace con el fin de garantizar una calidad óptima que permita al contratista tomar decisiones acertadas sobre la ejecución de los diferentes proyectos. Al realizar la supervisión, se debe tener en cuenta la aplicación de las normas puesto que si estas no se consideran, los proyectos que se planeen no serán viables desde ningún punto de vista; ya que los estudios de suelos, cumplen una función muy importante dentro de la industria de la construcción, pues brindan parámetros que permiten conocer y garantizar la cimentación de los diferentes proyectos, lo que debe conllevar a una gran responsabilidad por parte de las empresas que se encargan de su ejecución.

PALABRAS CLAVES:

Supervisión Clasificación Litología Laboratorio Suelos Muestras Ensayos

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE:

REVIEW OF THE PROCESSES, PROCEDURES AND RESULTS
PROVIDED BY THE SOIL LABORATORY OF THE COMPANY
CONSTRUSUELOS DE
COLOMBIA S.A.S.

AUTHOR(S):

VANESSA VARGAS MORALES

FACULTY:

Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR:

JULIAN ANDRÉ GALVIS FLOREZ

ABSTRACT

The laboratory tests are a task of great importance in the engineering field, therefore it is necessary to carry out a correct supervision of all the processes, procedures and results that are carried out within it, this is done in order to guarantee an optimum quality Which allows the contractor to make sound decisions about the execution of the different projects. When carrying out the supervision, the application of the rules must be taken into account since, if they are not considered, the projects that are planned will not be feasible from any point of view; Since soil studies, play a very important role in the construction industry, since they provide parameters that allow to know and guarantee the foundation of the different projects, which must lead to a great responsibility on the part of the companies that are In charge of its execution.

KEYWORDS:

Supervision Classification Lithology Laboratory Soils Samples Test

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCION

La supervisión de procesos, procedimientos y resultados que se realiza en el laboratorio de suelos de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S, es una herramienta fundamental que permite garantizar calidad de los trabajos que se realizan dentro de él, puesto que esta supervisión, pretende aplicar y adecuar, las normas destinadas a conseguir y mantener un alto rendimiento en los ensayos; con el fin de otorgar beneficios a los clientes ya que las normas especifican las características que deben tener las muestras tomadas para los diferentes proyectos, y la supervisión busca ir de la mano con ellas para que estas sean cumplidas de forma debida.

De esta manera se asegura al cliente que los resultados que le están otorgando, son revisados previamente. Esto con el fin de corroborar que la información que le sea suministrada, es la debida. Para que esta actividad sea realizada con éxito, se necesita de un estricto orden y una organización adecuada con cada uno de los proyectos de los que se haga cargo la empresa.

Los ensayos de laboratorio son una tarea de suma importancia puesto que las propiedades mecánicas de los materiales se determinan mediante pruebas destructivas y los resultados obtenidos de estas pruebas son una ayuda para que los diseñadores o ingenieros puedan determinar el uso apropiado de los materiales; esto se realiza a su vez para los diferentes tipos de muestras de terreno que son tomadas, en los trabajos de campo y donde se identifica el tipo de terreno sobre el cual se va a trabajar y si este es viable o no, según las necesidades específicas del proyecto a desarrollar. Los estándares nacionales e internacionales usados para llevar a cabo las pruebas, especifican las características de las muestras y las condiciones de ejecución de cada prueba, a fin de que los resultados obtenidos sean válidos.

Para cumplir con estos objetivos y llevar a cabo este propósito, el director del laboratorio, personal técnico, administrativo y de apoyo están comprometidos con las buenas prácticas profesionales, la calidad de los servicios del ensayo y el sistema de calidad en búsqueda de la mejora continua.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar la supervisión y revisión de los procesos, procedimientos y los resultados que suministra el laboratorio de suelos de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Informar al laboratorista sobre cualquier error o inconsistencia que se presente en los resultados de las pruebas.
- Dar a conocer al ingeniero que se encuentre a cargo, los resultados de los ensayos que se practiquen en el laboratorio de suelos, a las muestras de los diferentes proyectos.
- Archivar resultados con sus respectivos formatos y descripciones de forma ordenada para facilitar la búsqueda de los mismos, en el momento de entrega al ingeniero a cargo de cada proyecto.
- Entregar los resultados de forma confiable para garantizar la privacidad de la información suministrada por el cliente y la obtenida como resultado de los servicios.
- Organizar cada uno de los ensayos acorde a la fecha de elaboración y la entrega del mismo, y así mejorar la prestación de los servicios.

3. ESTADO DEL ARTE

CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. es una empresa santandereana que busca servir a la sociedad desarrollando proyectos multidisciplinarios a nivel local, regional y nacional, participando como una organización que ofrece un servicio competitivo, productivo, sólido y sostenible en las áreas de ingeniería, sumado a la experiencia individual y apoyada por tecnología de punta.

Siendo una empresa del sector privado, sirve al país como generadora de empleo y agente importante de desarrollo social y económico a la comunidad quien se beneficiara en forma directa de las obras desarrolladas, sus socios quienes obtendrán rendimientos económicos y a sus funcionarios por medio de los empleos que contribuyen a su desarrollo personal, laboral y familiar.

Para CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. es de especial importancia la calidad en la ejecución de sus proyectos, en donde el cliente es el factor primordial, hacia el cual estarán orientados todos los propósitos. La calidad y productividad constituyen base fundamental de la organización.

Sumado a esto, la empresa busca generar progreso, ofrecer oportunidades e imprimir carácter con un equipo humano estratégico y de liderazgo colectivo; a su vez aplicar mecanismos que permitan identificar los problemas y necesidades de los clientes actuales y potenciales, y desarrollar los proyectos que satisfagan estas necesidades dentro de la preservación de la riqueza natural y condiciones ambientales óptimas.

El laboratorio de CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. ofrece los servicios de control de calidad de materiales y especificaciones de obra, para lo cual aplica las normas INVIAS, INCONTEC, ASTM. Contando con un equipo completo de control de calidad, densímetros para control de compactación de rellenos, terraplenes, bases, sub-bases y en general un completo laboratorio de suelos. Todo esto acompañado de un óptimo seguimiento de los resultados de laboratorio, lo cual representa una herramienta muy importante para el control de calidad y estabilidad en el tiempo de cualquier tipo de construcción.

INCONTEC, es una de las normas por las cuales se rige el laboratorio, ya que es una entidad de carácter privado, cuya misión es brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor, apoya al sector privado del país, para lograr

ventajas competitivas en los mercados interno y externo. Es el organismo nacional de normalización de Colombia, se destaca por la creación de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales. Las normas técnicas desarrolladas por INCONTEC son el resultado consolidado de investigaciones científicas y tecnológicas que recogen las experiencias nacionales e internacionales, concluyendo los criterios más convenientes en la ejecución de una amplia gama de procesos industriales, profesionales y sociales.

La ASTM, es otra de las reglamentarias por las cuales se rige el laboratorio de suelos, la cual está entre los mayores contribuyentes técnicos del ISO, y mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias.

En cada prueba que se realiza dentro del laboratorio son guiadas a su vez por las normas que estipula el instituto nacional de vías quien se encarga de la asignación, regulación y supervisión de los contratos.

El laboratorio de suelos al regirse por esta reglamentaria, ofrece a los clientes calidad en sus trabajos, puesto que las pruebas que allí se realicen serán revisadas al momento de obtener resultados, para tener seguridad de que todos los procesos y procedimientos se realizaron de manera responsable.

4. ACTIVIDADES

- Brindar apoyo al laboratorista, siguiendo las instrucciones generales, normas y métodos que le correspondan a cada ensayo que se realice en el laboratorio para poder almacenar los resultados de forma confiable y realizar la respectiva revisión de los mismos, con el fin de que se dé el cumplimiento de la reglamentaria que aplica a cada prueba, guiándonos en este caso por las Normas Técnicas Colombianas y a su vez por las normas INVIAS, quienes se encargan de ejecutar políticas, estrategias, planes, programas y proyectos, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno Nacional.

Para esto se debe tener conocimiento de los ensayos y cálculos, y de esta forma apoyar al laboratorista en la entrega final de los resultados que arrojen los ensayos practicados. Se debe mantener en orden los formatos y las descripciones de las pruebas realizadas, reportando cualquier anomalía. La toma de decisiones que están involucradas en este ámbito, se basa en las instrucciones específicas, órdenes y/o guías de acción ya mencionadas anteriormente.

- Mantener relaciones continuas con personal de laboratorio, administrativo, con el fin de apoyar lo relativo al área del laboratorio de suelos, para otorgar confiabilidad, eficiencia y calidad en la entrega de resultados.

Se debe tener un conocimiento básico de computación y una buena interpretación de ensayos para poder garantizar resultados que cumplan con la normativa, esto es posible mediante el mejoramiento continuo de los procesos contando para ello con equipos aptos, de buena calidad, y con un talento humano competente, que permita facilitar las ideas que se tengan para la solución de los problemas que considerablemente se pueden presentar.

Lo anterior se realiza con el fin de administrar bien el tiempo y recursos para alcanzar las metas y prioridades que nos competen.

- Disponer de una plataforma que le permita a los ingenieros, que se encuentran a cargo de un respectivo proyecto, el libre acceso a los resultados que ya fueron suministrados y que serán utilizados para el inicio de modelación o la continuación de actividades correspondientes a la ejecución del proyecto, de esta forma se evidencia, la buena comunicación, el trabajo en equipo, el liderazgo y la motivación, que se debe tener en el lugar de trabajo, para no presentar dificultades en ningún ámbito, puesto que para hacer uso de la plataforma, el usuario no debe estar en un espacio específico determinado, pues al pertenecer a la “Red de ingenieros” (Nombre de la plataforma), puede

acceder a este espacio en cualquier momento y hacer uso de la información que allí se encuentre y que le sea útil para cualquier procedimiento que desee realizar.

- Una de las actividades más importantes es, informar a la persona a cargo de cada proyecto los errores que en algunas ocasiones aparecen en los formatos que el laboratorista entrega, esto con el fin de corregir y realizar una pertinente revisión a los resultados, que permita mejorar y en algunos casos modificar lo que sea necesario para dar una mejor operatividad a los sistemas y procedimientos establecidos en el laboratorio.

A su vez se debe coordinar un inventario de ensayos a cada proyecto para determinar lo que falta o en algunos casos la culminación con éxito de todas las pruebas que eran necesarias para cada muestra.

- Al recibir los resultados de cada prueba practicada en el laboratorio de suelos de la empresa Construsuelos de Colombia S.A.S. se le garantiza al cliente, además de una alta calidad, la confidencialidad en los trabajos que fueron elaborados dentro y fuera del laboratorio, esto con el fin de brindar al cliente seguridad acerca de sus proyectos y demostrar las altas capacidades de la empresa al momento de recibir y de entregar diferentes muestras.

Lo que se busca con esto es que el cliente siga depositando su voto de confianza en Construsuelos Colombia S.A.S y se demuestre la excelencia de los trabajos que allí se realizan.

- Al recibir, procesar y archivar la información que se encuentra en los formatos entregados por los diferentes laboratoristas se debe mantener un orden de entrega, cada proyecto debe además de estar computarizado, tener un espacio en una A-Z que permita confirmar que la información que está en el sistema, sea la real, de esta manera se genera información útil, oportuna y confiable que podrá ayudar en la toma de decisiones al momento de dar paso a la ejecución de los proyectos, los cuales siempre tendrán un ingeniero responsable a cargo.

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Durante las primeras dos semanas de trabajo en la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. se dio cumplimiento a la introducción por parte del Ingeniero Edwin Gómez, quien ocupaba el cargo (Auxiliar de calidad de laboratorio de suelos).

Esta introducción fue orientada a las actividades que serán asignadas en el transcurso de los 5 meses de las prácticas empresariales, la forma adecuada en que deben ser realizadas y toda la información que se necesita para llevarlas a cabo.

Se asignaron los formatos en los cuales deben estar digitados los resultados de las diferentes pruebas de laboratorio y el manejo debido del programa - gINT V8i -, programa en donde se consignan todos los resultados de los ensayos que se le practicaron a las muestras dentro del laboratorio y el cual arrojará los archivos finales que serán entregados a los clientes.

Como parte de la introducción se realizó la visita al laboratorio y laboratoristas (personas que están a cargo de recibir, manipular y ejecutar los procedimientos debidos sobre las muestras que les sean suministradas).

Seguido de la introducción fue entregado un listado por parte del Ingeniero Edwin Gómez, donde se estipulan los ensayos que se realizan en el laboratorio de suelos y las normas que los regulan, esto se hace con el fin de asegurar la calidad de las pruebas que se practican dentro del laboratorio, pues estas normas se deben tener presentes en el momento de recibir cualquier resultado o de realizar cualquier procedimiento sobre las muestras que sean suministradas a los diferentes laboratoristas, sin embargo después de que se reciben los resultados, se debe supervisar nuevamente que estos se encuentren dentro de los rangos correspondientes a su respectiva norma y de esta manera cumplir con las especificaciones que en ellas se establecen.

Luego de conocer la mecánica de trabajo que se ejecuta dentro de la empresa, se dio paso al inicio de entrega de muestras de los diferentes proyectos en los que interviene CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. con el objetivo de empezar una estricta supervisión sobre los procesos que se vayan a realizar.

Durante las últimas semanas que comprenden la práctica empresarial realizada dentro de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S se mantuvieron los mismos procedimientos en el área de laboratorio de suelos, con respecto a la descripción de las muestras, clasificación, prueba de corte directo, elaboración de “LOGS” para entrega final. Este tipo de procesos se mantiene para los nuevos proyectos que ingresan al laboratorio, los mismos, han permitido a lo largo de la práctica, generar parámetros básicos que sirvan como guía para el buen procesamiento de resultados y lograr de esta manera correctos análisis que con lleven a la ejecución del proyecto más viable.

Debido al proceso de certificación en el que se encontraba la empresa, se realizó una modificación sobre los formatos, y se buscó mejorar la forma de entrega de los mismos, la calidad en los diferentes servicios que se prestan, y la confianza sobre los resultados que arrojen las pruebas practicadas en el laboratorio.

Las actividades sobre el procesamiento de datos y análisis de resultados se mantuvieron desde el inicio de la práctica, hasta el finalizar de la misma, cada una de ellas se fue ejecutando de manera ordenada y confiable, puesto que el objetivo de esto, es obtener siempre, resultados confiables, ya que con ellos se busca obtener una respuesta segura sobre las ventajas y desventajas que pueda presentar el terreno en el que se pretende ejecutar el respectivo proyecto.

A la fecha, se puede concluir que el plan de trabajo proyectado, ha sido cumplido en su totalidad y que, de forma positiva, CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. mediante sus procedimientos y a través de las actividades que han sido asignadas, ha permitido ampliar conocimientos y capacidades sobre el manejo y la importancia de todos los ensayos que se le puedan practicar a las diferentes muestras que ingresen al laboratorio.

Para cumplir con estos objetivos y llevar a cabo este propósito, el director de laboratorio, operarios, personal técnico, administrativo y de apoyo, están comprometidos con las buenas prácticas, la calidad de los servicios de ensayo y el sistema de calidad, el cual se busca mejorar constantemente.

Dentro de las últimas semanas, la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S, ha recibido nuevos proyectos, con diferentes objetivos en el momento de ejecución, dentro de ellos se encuentra “VENADO – MINESA”, proyecto que ha permitido recopilar todos los ensayos que el laboratorio está capacitado para realizar, para ejecutar el proyecto, se necesita realizar todo tipo de análisis al terreno para lograr los objetivos planteados con el mismo. El orden ha sido la herramienta clave en el momento de practicar los ensayos en este y todos los

proyectos que maneja el laboratorio de suelos, pues es claro que todas las muestras que ingresan al laboratorio tienen diferentes características o su composición no es la misma, por tanto, no se les puede practicar a todas los mismos ensayos.

Debido a esto el laboratorio debe implementar una estrategia que permita cumplir a cabalidad con las necesidades del cliente y con los ensayos que se deban practicar, haciendo uso debido de la cantidad de material que sea suministrado por el contratista.

Los operadores del laboratorio clasifican las muestras de manera en que son ingresadas al laboratorio, indicando en una planilla la descripción y un número o nombre que permita identificar la muestra y poder establecer que tipo y que cantidad de ensayos se le pueden realizar a las mismas.

Así mismo, el contratista del proyecto “VENADO – MINESA” ha pedido a la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. requisitos claros como lo son, la entrega de formatos de laboratorio de forma organizada, en inglés y en español, especificando cada ensayo por separado.

En vista de que el proyecto ha requerido grandes compromisos, por parte del personal del laboratorio y del personal en general que compone la empresa; una de las estrategias para manejar el orden dentro del laboratorio, el trabajo se ha repartido de manera equitativa, con el fin de que cada persona realice un procedimiento diferente y así, dar cumplimiento no solo en la parte de ejecución de pruebas, sino también, en la parte de entrega puntual al cliente, ya que en este tipo de proyectos, en donde la fecha final de entrega es mucho más amplia que en los demás, se debe ir informando al cliente sobre el estado de los procesos para que el mismo pueda realizar el respectivo seguimiento, y proyectar una programación adecuada sobre la ejecución, que sería el paso siguiente al momento de entregar todos los resultados de las pruebas solicitadas por el contratista.

Para este proyecto en particular se asignó una única carpeta en donde se pueda llevar un control sobre lo que se recibe de parte del laboratorista, la cantidad de sondeos que han sido sometidos a pruebas, la cantidad de muestras que fueron ensayadas y de esta manera se puede generar un inventario de lo que se ha entregado, lo que está en proceso, y lo que falta por ejecutar.

Para CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. es de especial importancia la calidad en la ejecución de sus proyectos, en donde el cliente será el factor primordial hacia el cual estarán orientados nuestros propósitos.

La calidad y productividad constituyen base fundamental de la organización, estos parámetros se aplican en cada uno de los proyectos a los que la empresa se compromete, aplicando mecanismos que permitan identificar los problemas y necesidades de los clientes actuales y potenciales. Todo esto acompañado de un óptimo seguimiento de los resultados de laboratorio, lo cual representa una herramienta muy importante para el control de calidad y seguridad en cualquier tipo de proyecto que se planea ejecutar.

El laboratorio de suelos, durante todo el desarrollo de la práctica se ha regido por la reglamentaria necesaria lo cual ha permitido ofrecer a todos los clientes calidad en sus trabajos puesto que las pruebas que allí se realicen serán revisadas al momento de obtener resultados, lo cual ha permitido a lo largo del cumplimiento de las actividades, tener seguridad sobre los procesos y procedimientos que se realizan dentro del laboratorio.

6. METODOLOGIA

La empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. con el fin de garantizar calidad y seguridad en sus procesos, se rige por un procedimiento establecido, el cual permite obtener resultados confiables sobre las muestras ensayadas, las cuales son suministradas por los diferentes contratistas, quien a su vez espera recibir los datos adecuados, que le permitan ejecutar de manera debida el proyecto.

Siguiendo las instrucciones generales, normas y métodos se realizaron los ensayos dentro del laboratorio desde el momento en que fueron asignadas las actividades como practicante en el área de laboratorio de suelos.

Para cumplir con los objetivos que se tenían planteados en el desarrollo de la práctica, uno de las herramientas fundamentales fue, mantener relaciones continuas con el personal de laboratorio, administrativo, con el fin de apoyar lo relativo al área de laboratorio de suelos, para otorgar confiabilidad, eficiencia y calidad en cada una de las actividades que serían asignadas con el transcurrir del tiempo.

El conocimiento básico de computación y una buena interpretación de ensayos ha permitido hasta el día de hoy, satisfacer las expectativas de los contratistas, quienes depositan su confianza en los procesos que se realizan dentro del laboratorio de la empresa.

6.1. EL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO POR LA EMPRESA DESDE EL INICIO FUE:

- Recibir las muestras; la necesidad y la conveniencia de establecer con moderada precisión las condiciones y características del subsuelo para llevar a cabo la construcción de un proyecto, se puede obtener mediante técnicas de investigación en el terreno y en el laboratorio, conocidas como investigación del subsuelo, es importante tener criterio para elaborar dicha investigación pues en muchas condiciones el proyecto se ve limitado a las opciones de acondicionamiento de las características del suelo y su diseño debe realizarse en función de las condiciones in situ del suelo involucrado.

El método más utilizado para investigar las características del subsuelo consiste en perforar una cavidad en el terreno, en cuyo avance se extraen

muestras que serán evaluadas de forma visual y para efectuar ensayos de laboratorio, normalmente se disponen de varios procedimientos de perforación y métodos de toma de muestras.

Perforaciones por percusión; es uno de los procedimientos más antiguos para avanzar en perforaciones profundas en la mayoría de suelos, es relativamente lenta en arcillas y en lutitas pegajosas, pero es muy difícil de emplear en arenas finas sueltas, por la dificultad que presenta para ser recuperada la muestra.

En la empresa se utiliza el ensayo de penetración SPT, cuyo avance se hace por percusión y permite la recuperación de las muestras a través de un toma muestras partido, que se va hincando a medida que avanza dicha perforación.

Figura 1. Equipo de perforación.



Fuente: Galería de imágenes CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S

Perforaciones por rotación; este procedimiento es muy similar a las perforaciones por lavado, el avance se logra al hacer rotar rápidamente el toma muestras que va conectado a una broca que corta el suelo, en el interior de la broca que corta el suelo, en el interior de la broca se colocan retenedores de cuña que evitan que el suelo salga del toma muestras, este tipo de ensayo es empleado para perforaciones donde las profundidades son mayores o cuando el tipo de material encontrado presenta alta consistencia o compacidad, permitiendo de esta manera extraer muestras continuas y la velocidad de avance es mayor.

Figura 2. Equipo de perforación



Fuente: Galería de imágenes CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S

Los ensayos que se han mencionado son ejecutados por el personal idóneo que hace parte de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S, quienes están en capacidad de realizar de manera adecuada estos procedimientos, y así mismo reciben capacitaciones constantes, con el objetivo de mejorar cada día la calidad en la elaboración de los ensayos.

- Seguido al paso anterior, se debe realizar un reconocimiento de la cantidad de muestras extraídas por el personal operativo, los registros de perforaciones y el registro fotográfico de los sondeos realizados, una vez verificado lo anterior, las muestras serán entregadas al laboratorio para iniciar el proceso de ensayos respectivos.
- Se deberá asignar un geólogo, quien estará a cargo de realizar las descripciones, se tiene presente que no existe un método único de toma de muestras, debido a la diversidad de ambientes naturales y los distintos objetivos del análisis, por ende, para realizar una descripción adecuada de las muestras que se tienen en el laboratorio.

Algunos parámetros que se tienen en cuenta cuando se realizan las descripciones son:

- Diferenciar las áreas de muestreo:

Esta norma establece que se debe realizar un relevamiento del terreno, de esta forma se busca dividir el lote en áreas uniformes. Tanto las diferencias naturales como son relieve, erosión, color, vegetación y las diferencias de manejo en donde encontramos, tipo de labranza, fertilizaciones, tipos de cultivo. Todo esto se debe tener en cuenta al momento de realizar un muestreo para algún terreno específico que vaya a ser sometido a la futura ejecución de un proyecto.

Figura 3. Muestras de suelo.



Fuente: Personal operativo de la empresa Construsuelos de Colombia S.A.S

- **Clasificación:**

Luego de realizar el muestreo se debe tener en cuenta, la clasificación de lo que se obtuvo, a partir de la observación visual y de las pruebas pertinentes de laboratorio, el sistema identifica tres grupos principales de suelos: granulares, finos y orgánicos, a los cuales asigna símbolos en función de sus características específicas. La identificación que se logra mediante este proceso, complementada con las descripciones generales de los geólogos, permite al ingeniero describir los suelos de una manera más completa y lo orienta en las investigaciones de campo y laboratorio, destinadas a la evaluación de las propiedades significativas de ellos con fines de ingeniería.

Tabla 1. Clasificación genética de las unidades de suelo

| TIPO | ORIGEN | NOMBRE DE LOS DEPÓSITOS |
|--------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Residual | In situ | Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico. |
| Transportado | De Ladera | De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra. |
| | Aluvial-Fluviotorrencial | Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas). |
| | Glaciales | Fluvioglaciales. |
| | Antrópico | Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición). |

Fuente: Ingeominas, 2009

La tabla anterior permite al geólogo realizar un análisis más detallado de las muestras que se han extraído en campo.

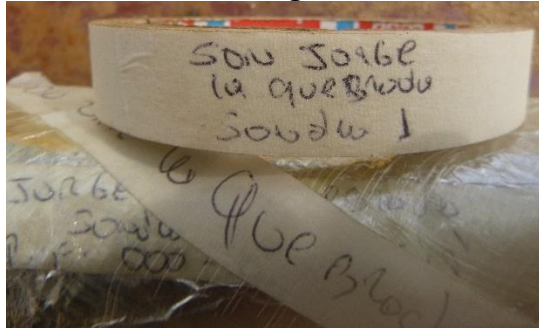
- **Localización:**

Indicar el lugar geográfico del punto de interés tan precisamente como sea posible. (Cercanía a centro poblado, camino, curso de agua o alguna otra referencia permanente).

- **Numeración:**

Para mantener un orden adecuado sobre los proyectos desde el momento en que son ingresados al laboratorio, se debe indicar en una planilla de descripción un número identificatorio de cada horizonte del perfil de suelo muestreado.

Figura 4. Identificación sondeo San Jorge La Quebrada.



Fuente: Personal operativo de la empresa Construsuelos de Colombia S.A.S

- **Materiales y Herramientas necesarias:**
Al realizar una descripción sobre alguna muestra determinada, se necesitan elementos como:

- **Ácido clorhídrico:** Es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrogeno, es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico que permite identificar si la muestra reacciona al ácido, presenta carbonatos, de lo contrario se puede decir que la muestra no evidencia carbonatos.

Figura 5. Ácido clorhídrico.



Fuente: Química blogspot.com.co

- **Lupa:** Este instrumento que consta de un lente convergente de corta distancia focal, que desvía la luz incidente, permite identificar la textura del

materia, teniendo en cuenta que la textura de un suelo, es la proporción de cada elemento en el suelo, representada por el porcentaje de arena, arcilla, y limo.

Figura 6. Lupa



Fuente: Química blogspot.com.co

- Navaja/Martillo: Estos dos elementos son utilizados para estimar la resistencia de la roca, se establece un cuadro en donde se presenta una escala que será la encargada de determinar qué tipo de resistencia presentaría la muestra

Figura 7. Navaja-Martillo.



- Al finalizar la descripción, el geólogo deberá entregar estas mismas a la persona encargada de procesar todo tipo de resultados o datos obtenidos en el laboratorio, y así mismo consultar al ingeniero que se encuentre a cargo del proyecto, que tipo de ensayos serian pertinentes realizar sobre el material y específicamente sobre que muestras se deberán aplicar las pruebas de laboratorio. Esto se debe a que no todas las muestras pueden estar aptas para todos los ensayos, igualmente la cantidad de material que ingresen puede

que no sea el suficiente, lo cual debe ser controlado por el operario del laboratorio para poder cumplir con todas las pruebas necesarias.

- Luego de recibir la información suministrada por el ingeniero a cargo, el personal de laboratorio, procede a preparar y distribuir las muestras de forma adecuada para la ejecución de los procesos y procedimientos de laboratorio.
- Una vez practicados los ensayos dentro del laboratorio, el laboratorista deberá llenar unos formatos, en donde se consignan los valores que arrojaron cada una de las muestras falladas o experimentadas.
- Cada vez que el laboratorista culmina un ensayo y pasa sus resultados a los formatos, este, consigna los datos dentro de una carpeta, en la cual se lleva el control sobre lo que se va realizando dentro del laboratorio, en ella se especifica el nombre del proyecto, el número del sondeo y de la muestra, el tipo de ensayo que se le practico, el laboratorista que realizo la prueba y la fecha en que se está entregando cada resultado. La persona encargada de pasar los datos, debe firmar como constancia del recibimiento de los formatos que se están suministrando por parte del laboratorista.
- Al recibir los resultados, se procede a la digitación de los mismos, en diferentes formatos que maneja la empresa, podrá ser en hojas de cálculo o en documentos de Word, todo depende del tipo de información que sea. Lo que se maneja principalmente en Microsoft Word son las descripciones que realizan los geólogos, quienes especifican: su origen geológico, su proceso de formación, su textura, su color, la naturaleza de los depósitos, entre otros. Por otro lado, en Excel se digitan todo tipo de valores que sean entregados por parte del laboratorista, en donde se muestra el resultado de las pruebas que fueron realizadas, esto permite corroborar los valores no solo físicamente sino también de forma digital; así mismo dentro de los formatos se encuentran formulas y graficas que amarran los resultados y permiten corroborar que los valores obtenidos son adecuados.
- Cuando los datos son procesados de forma digital, se realiza la supervisión de los mismos, rectificando que estos se encuentren dentro de los rangos correspondientes a su respectiva norma y de esta manera cumplir con las especificaciones establecidas.
- Finalmente, cuando el ingeniero que se encuentra a cargo del proyecto, revisa los resultados, y analiza los formatos que fueron digitalizados, da la orden de subir estas pruebas al programa gINT V8i.

El programa gINT V8i proporciona una gestión centralizada de los datos y elaboración de informes para proyectos bajo la superficie de todo tipo.

El software automatiza muchas tareas repetitivas, elimina la entrada de datos redundantes y aumenta la productividad. gINT V8i, permite a los usuarios seguir los procesos de ejecución del proyecto, proporciona datos interoperables, accesibles, y mejora la información del subsuelo para los suelos, logs, pruebas de laboratorio, aumenta la productividad de ejecución y apoya una mejor toma de decisiones.

Los datos se introducen en el soporte lógico, y luego pueden ser utilizados para generar múltiples informes del mismo conjunto de datos.

El software permite a los usuarios agilizar los procesos. A su vez, permite la consolidación de todos los tipos de datos del subsuelo, incluyendo el medio ambiente, ubicación, entre otros.

Con las herramientas avanzadas de informes de gINT V8i, los usuarios pueden crear cualquier tipo de informe de campo, de laboratorio y de interpretación de datos. gINT V8i incluye plantillas de informes personalizables que permiten una profundidad ilimitada, capas, símbolos, muestras e imágenes.

Avanzadas herramientas de diseño como manipulación de datos, toma de decisiones, normalización de los informes.

Una vez se han ingresado todos los datos y valores necesarios al programa, este, dará como resultado informes finales, los cuales serán entregados en archivo PDF como soporte y entrega final de todos los ensayos, pruebas, procesos, procedimientos y resultados obtenidos en el laboratorio de suelos.

El procedimiento detallado anteriormente se mantuvo como parámetro a lo largo de la práctica dentro de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. este, permitió evidenciar como a través del orden y la organización, cualquier proceso que se realice tendrá resultados exitosos y es esto lo que permite entregar con seguridad datos a los diferentes contratistas, quienes podrán dar inicio a la ejecución de sus diferentes proyectos de forma confiable y segura.

6.2. PROYECTOS TRABAJADOS

En el transcurso de la práctica laboral se trabajaron proyectos, para los que la empresa se encuentra altamente calificada y en los cuales el laboratorio puede intervenir de manera oportuna, planteando como objetivo que todas las pruebas

que se realicen allí adentro, se van a desarrollar con éxito y calidad, estos, permitieron emplear los parámetros que se establecieron al comienzo de las prácticas empresariales y los cuales pudieron cumplirse a cabalidad.

Entre ellos se encontraron:

- Estudio Geotécnico para las obras de ampliación y contención del corredor del folclor y el bocadillo de los sectores: (Puente Nacional-Jesús María-La Belleza / Jesús María-La Venta) de la red secundaria para la conectividad regional – Santander.

Tabla 2. Resumen del proyecto Puente Nacional.

| | |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre: | Puente Nacional |
| Objetivos: | Identificar los diferentes estratos que conforman los sitios estudiados, caracterizar los estratos identificados, mediante la ejecución de ensayos de laboratorio de suelos. Describir la estratigrafía de las unidades geológicas presentes en la zona y la geología estructural, mediante estas características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos. |
| Localización: | La zona de estudio corresponde a la ampliación de la vía que comunica al Municipio de Puente Nacional con Jesús María, específicamente en los Pk 14+025, PK 14+140, PK 15+380, PK 16+100, PK 16+180, PK 16+255, donde se plantea la construcción de estructuras de contención. |
| Ensayos realizados: | <ul style="list-style-type: none"> - Descripciones por parte de los geólogos. - Clasificación de los suelos. - Corte Directo. - Comprensión Simple. |

Fuente: Autor.

La parte que se acaba de mencionar corresponde al estudio geotécnico de las obras en los PK 14+025 - PK 14+140 - PK 15+380 – PK 16+100 – PK 16+180 – PK 16+255.

Con este tramo se busca, localizar los puntos de interés geológicos, geomorfológicos, usos del suelo e infraestructuras presentes en el área de estudio. A su vez se busca contemplar todas las actividades necesarias para la caracterización de los suelos presentes en el área de estudio, con el fin de evaluar los estados límites de falla, capacidades portantes superficiales y la cimentación más adecuada para estos tramos.

➤ Conjunto Residencial La Pradera

Tabla 3. Resumen del proyecto La Pradera.

| | |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre: | La Pradera |
| Objetivos: | Se realizó un estudio con el fin de conocer el espesor de un relleno realizado en el área estipulada para la ejecución del proyecto con fines urbanísticos. Identificar las profundidades a las cuales se pueden realizar las cimentaciones que el proyecto tiene planificadas. |
| Localización: | Girón-Santander |
| Ensayos realizados: | Para la elaboración de este proyecto, se realizaron 8 sondeos, y para los cuales se sacaron 60 muestras distribuidas previamente en cada sondeo de forma adecuada y se le aplicaron ensayos de: <ul style="list-style-type: none"> - Descripciones por parte de los geólogos. - Clasificación de los suelos. - Corte Directo. |

Fuente: Autor.

Este proyecto es de suma importancia puesto que es fundamental para el desarrollo de todo el sector donde se encuentra ubicado, tanto en este como en todos los trabajos que realiza la empresa, se espera que se cumpla con las expectativas tanto del cliente como de las personas que se verán beneficiados con el mismo.

La empresa y el personal que la compone trabajan constantemente para que el desarrollo final de los proyectos se realice con buena calidad y excelentes resultados.

- Lote ubicado en la finca el mirador, en la vereda Angelinos sobre la vía al mar (Bucaramanga-Santander).

Tabla 4. Resumen del proyecto La Cemento Ciudad Verde.

| | |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre: | La Cemento Ciudad Verde |
| Objetivos: | Se pretende realizar un estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para fenómenos de remoción en masa e inundación. |
| Localización: | Vereda Angelinos – Finca el Mirador Bucaramanga – Santander. |
| Ensayos realizados: | Para la elaboración de este proyecto, se realizaron 6 sondeos, y para los cuales se sacaron 76 muestras distribuidas previamente en cada sondeo de forma adecuada y se le aplicaron ensayos de: <ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las muestras tomadas por parte de los geólogos. - Clasificación de los suelos. - Corte Directo. |

Fuente: Autor.

Los estudios que se realizaron inicialmente para este proyecto, fueron analizados detalladamente para que todos los ensayos que se practicaran arrojaran los resultados esperados y poder llevar a cabo lo que se tiene proyectado.

El proyecto presento algunas dificultades lo que obligo a realizar nuevos sondeos para tener mayor exactitud en los estudios, para garantizar de esta manera, que los resultados que se entregaran serian totalmente confiables y seguros para llevar a cabo la ejecución del proyecto.

7. MARCO TEORICO

El suelo en la ingeniería es conocido como todo tipo de material terroso, compuesto de partículas orgánicas e inorgánicas, siendo un conjunto con organización definida y propiedades que varían vectorialmente.

El suelo proviene de una desintegración mecánica, la cual es causada por la intemperización de las rocas por presencia de agentes físicos, en las cuales hay intervención de grietas en donde actúan los cambios temporales de temperatura, llevando a las rocas a formar en ciertos casos arcillas o limos, generalmente arenas.

7.1. SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS

Sistema unificado de suelos (SUCS): Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos. Este sistema divide los suelos en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos, los cuales se distinguen por el tamizado realizado a través de la malla N°200. Se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas son retenidos en la malla N°200, y fino si más del 50% de sus partículas pasan dicha malla.

7.2. Pruebas de laboratorio

El laboratorio de suelos, se encuentra dotado para realizar diversos ensayos, que permitan una adecuada caracterización y clasificación del material que sea suministrado por el contratista; durante los primeros meses de la práctica, las pruebas más comunes que se presentaron fueron:

- Muestreo de suelos: El muestreo en suelos permite la investigación de características de un sitio mediante la extracción de muestras alteradas e inalteradas. Las muestras sirven posteriormente para realizar las pruebas necesarias de laboratorio, con el fin de definir las propiedades de los suelos y en algunos casos, de las rocas que se puedan presentar en el terreno determinado para la ejecución del proyecto.

La cantidad de material que el contratista debe suministrar al laboratorio, depende del programa de pruebas que se quieran realizar, y este, debe ser

suficiente para repetir los ensayos en el caso en que sus resultados se juzguen incorrectos o dudosos.

- Relaciones Volumétricas: En el laboratorio de suelos puede determinarse fácilmente el peso de las muestras húmedas, el peso de las muestras húmedas, el peso de las muestras secadas al horno y peso específico relativo de los suelos.

El objetivo básico de la obtención de las relaciones volumétricas es el de conocer el contenido de agua y el peso volumétrico del material en estado natural.

Para conocer estas relaciones volumétricas, en el laboratorio de suelos se realizan las siguientes pruebas:

- ✓ Determinación del contenido de agua: El contenido de agua de una masa de suelo se define como la relación que existe entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas que contiene la masa, se simboliza con "W" y se expresa en porcentaje.
 - ✓ Determinación de los pesos específicos de los suelos: Los pesos específicos pueden determinarse directamente en el campo, pero este proceso también puede llevarse a cabo dentro del laboratorio de suelos.
 - ✓ Determinación del peso volumétrico: Con este procedimiento se busca determinar el peso volumétrico húmedo y seco del material suministrado al laboratorio, así como el contenido de agua en el campo.
- Determinación de la densidad de sólidos: La densidad de los sólidos se obtiene en la práctica como relación entre el peso de los sólidos y el volumen de agua que desalojan a la temperatura ambiente. Al valor obtenido se le hace una corrección por temperatura.

El valor de la densidad de sólidos interviene en la mayor parte de los cálculos de suelos y ocasionalmente, sirve también para fines de clasificación.

El valor de la densidad de los suelos varía comúnmente entre los rangos de 2.20-3.0, este dato depende del material que se esté manejando o del lugar de donde fue extraída la muestra

Tabla 5. Valor de la densidad de los sólidos.

| Material | Valor |
|-----------------------------|-----------|
| Arcilla de origen volcánico | 2.20-2.50 |
| Suelos granulares | 2.63-2.68 |
| Limos inorgánicos | 2.67-2.73 |
| Arcilla poco plástico | 2.72-2.78 |

| Material | Valor |
|---------------------|-----------|
| Arcillas plásticas | 2.78-2.86 |
| Arcillas expresivas | 2.86-2.92 |

Fuente: Manual de laboratorio de mecánica de suelos. .

- **Granulometría:** El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaño los granos que lo componen. Este análisis es de poca utilidad en los suelos finos, pero permite formarse una idea aproximada de algunas propiedades de los gruesos.

La prueba de granulometría sirve para clasificar los suelos, y por medio del cálculo obtener los coeficientes de uniformidad y curvatura del material, y la determinación conveniente de utilizar el material en la construcción como agregados

En ingeniería civil los suelos se describen con los nombres más comunes de identificarlos, como se muestra a continuación:

Grava (G): Son grupos de fragmentos regulares o irregulares de rocas, que se pueden encontrar retenidas en los tamices de 3 y 4 pulgadas. Las gravas se pueden marginar en gravas de graduación buena o pobre, así como gruesas o finas según su tamaño y también de acuerdo a la forma que adopten.

Arenas (S): Son materiales finos que provienen de la denudación de las rocas, los tamaños de dichos materiales varían entre 0.05 y 2 mm de diámetro, siendo su origen, similar al origen de las gravas y normalmente se encuentran en los mismos depósitos de sus partículas análogas.

Limos (M): Son suelos compuestos por granos finos, con diámetros que oscilan entre 0.005 y 0.05 mm, con una plasticidad baja o nula, los cuales se pueden encontrar en ríos o canteras.

Arcilla (C): En las arcillas, la superficie de cada grano posee una carga eléctrica positiva, la cual al mezclarse con el agua, atrae los iones positivos de la misma y a cationes de otros elementos químicos, reforzando la película de agua adherida a la partícula, las cuales como propiedades físicas se conocen con un diámetro menor de 0.005 mm.

Existen un tipo de suelos denominados especiales:

Diatomita: Generalmente, las diatomitas son de color blanco y se encuentran en la naturaleza compuestos casi siempre por residuos de diatomeas, en depósitos de polvo silíceo, las cuales provienen de ambientes de agua dulce o marinos.

Loess: Son sedimentos eólicos, con diámetros que oscilan entre 0.05 y 0.01 mm, de color regularmente castaño oscuro con propiedades cohesivas.

Caliche: Se denomina suelo caliche a los estratos de suelo, que poseen granos cementados por carbonos calcáreos, generalmente.

- Límites de consistencia o de Atterberg: Las pruebas de atterberg tienen por objeto determinar la plasticidad de la porción del material que pasa por la malla N° 40 y que forma parte de un suelo. La plasticidad es una propiedad de las arcillas que les permite cambiar su forma sin agrietarse, cuando se le sujeta a una presión, reteniendo una nueva forma cuando desaparece el esfuerzo aplicado.

La plasticidad se considera, que se debe a la presencia de una película gelatinosa que rodea a los granos de arcilla, en algunos casos este material gelatinoso pierde su poder de adquirir agua cuando ha sido secado totalmente; de aquí la necesidad de hacer las pruebas de atterberg en materiales que se han secado solo parcialmente para tomar por cuarteo la porción de muestra con que se van a verificar dichas pruebas:

- ✓ Determinación del límite líquido: El límite líquido es el contenido de agua que debe tener un suelo re moldeado para que una muestra en que se haya practicado una ranura de dimensiones normales se cierre, sin resbalar en su apoyo, al someterla a un impacto de 25 golpes bien definidos.
- ✓ Determinación del límite plástico: El límite plástico es el contenido de agua con el que se rompe en fragmentos de tamaño definido un rollo de 3.2 mm de diámetro formado con un suelo al rodarlo, con la palma de la mano sobre una superficie plana.
- ✓ Determinación del límite de contracción: El límite de contracción es el contenido de agua que saturaría a un suelo contraído por secado.
- ✓ La diferencia entre el límite líquido y el límite plástico se llama “índice de plasticidad”, y mide el intervalo de contenido de agua en el cual el suelo es plástico. El índice de contracción se define como la diferencia entre el límite plástico y de contracción.

- Compactación: Proceso de aumento rápido del peso volumétrico de un suelo, mediante la aplicación de cargas transitorias de corta duración. La compactación permite aumentar la resistencia y reducir la deformabilidad, la permeabilidad y la susceptibilidad a la erosión de los suelos por el agua.

La función de las pruebas de compactación de laboratorio es permitir la especificación racional y el control de los trabajos de campo, mediante el estudio de las propiedades mecánicas de los suelos compactados.

- Proctor: Como en todas las pruebas de compactación el objetivo es el de obtener el máximo peso volumétrico que puede alcanzar el material en estudio, así como su correspondiente humedad óptima.

Las pruebas por impacto tipo proctor son, generalmente aceptables y tendientes a la especificación y verificación de la compactación en campo, en vista de que las diferencias entre los óptimos obtenidos con esta prueba y los de campo no son muy grandes y generalmente, no dan lugar a errores mayores que los inevitables en las complejas condiciones de campo.

- Proctor Estándar: Consiste en compactar, en un molde rígido metálico un cierto número de capas sucesivas de suelo con un determinado número de golpes, uniformemente distribuidos de un martillo con un peso, dimensiones y caída libre dados.
- Proctor Modificado: El rápido desenvolvimiento del equipo de compactación de campo, comercialmente disponible, condujo a una modificación de la prueba proctor estándar, la cual no logra representar en forma adecuada las mayores compactaciones que se podrían alcanzar en el campo.

La diferencia es que la energía de compactación es, en este caso, mayor; se aplica 25 golpes por capa, se coloca el suelo en 5 capas y se utiliza un martillo de 4.54 Kg (10 lb) que se deja caer desde 46 cm de altura.

- Método California: Consiste en dividir una muestra inicial por medio de cuarteo en porciones más pequeñas, con las cuales se preparan especímenes de prueba con diferentes contenidos de agua que se compactan mediante impactos para determinar el peso volumétrico máximo y la humedad óptima.

- Prueba de Compresión Simple: La prueba de compresión simple es la más usada en los laboratorios de mecánica de suelos para los trabajos de rutina. Esta prueba tiene la ventaja de ser de fácil realización y de exigir equipo relativamente sencillo, en comparación con las pruebas triaxiales.

La prueba queda circunscrita a arcillas y suelos cohesivos, pues en las arenas y suelos arenosos no es aplicable el labrado de las muestras.

El objetivo es determinar la resistencia a la compresión simple. Definir adecuadamente el parámetro de la resistencia “c”, además de interpretar debidamente el tipo de falla que sufrió el material conforme a sus características.

- Consolidación Unidimensional: Es la reducción paulatina de la relación de vacíos que sufre el suelo de baja permeabilidad sometido a cargas de larga duración. Las pruebas de consolidación se realizan con el objeto de tener información sobre los dos aspectos mencionados.

La relación entre reducciones de relación de vacíos y presiones efectivas aplicadas, obtenidas durante la prueba, permite estimar los asentamientos totales que pueden esperarse.

- Pruebas de Permeabilidad: Se define como la mayor o menor facilidad con que el agua fluye a través del suelo. Los procedimientos empleados en el laboratorio para determinar el coeficiente de permeabilidad pueden dividirse en directos e indirectos

Métodos Directos: Permeámetro de carga constante, permeámetro de carga variable.

Métodos Indirectos: Calculo a partir de la curva granulométrica, calculo a partir de la prueba de consolidación, calculo a partir de la prueba horizontal de capilaridad.

Permeámetro de Carga Constante: El objetivo es determinar el coeficiente de permeabilidad en los suelos que varían de 10^2 a 10^{-3} cm/seg.

El procedimiento consiste en someter a la muestra de suelo a un escurrimiento de agua bajo una carga constante.

- Determinación en laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo, roca y mezclas de suelo – agregado: Este método cubre la determinación de laboratorio del contenido de agua de suelo, roca y mezclas de suelo – agregado por peso.

La aplicación práctica de la determinación del contenido de agua en un material, es conocer la masa del agua removida al secar dicho material cuando esta húmedo hasta peso constante, en un horno controlado a 110° y usar este valor como la masa del agua en el espécimen de prueba. La masa del material remanente después de secado en el horno, corresponde a la masa de las partículas sólidas.

El contenido de agua se calcula relacionando la masa de agua en la muestra húmeda con la masa de la muestra seca.

- Equivalente de arena de suelos y agregados finos: El objetivo de este ensayo es determinar la proporción del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Produce como resultado un valor empírico de la cantidad relativa de finura y carácter del material arcilloso presente en la muestra de suelo o agregado fino.

A un volumen determinado de suelo o agregado fino se le adiciona una pequeña cantidad de solución floculante, mezclándolos en un cilindro de plástico graduado y agitándolos para que las partículas de arena pierdan la cobertura arcillosa.

- Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada: Esta norma tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de corte directo.

La prueba se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de corte determinado por la configuración del aparato de ensayo. Consiste en colocar el espécimen del ensayo en un dispositivo de corte directo, aplicar luego un esfuerzo normal determinado, humedecer y/o drenar el espécimen de ensayo, consolidar el espécimen bajo el esfuerzo normal, desbloquear las mitades de la caja de corte que contiene la muestra, y desplazar horizontalmente una mitad respecto de la otra a una velocidad constante de deformación, mientras se miden la fuerza de corte y los desplazamientos normales y horizontales.

- Carga puntual: El ensayo de carga puntual se utiliza para determinar la resistencia a la compresión simple de fragmentos irregulares de roca, a partir del índice de resistencia a la carga puntual. El procedimiento consiste en romper una muestra entre dos puntas cónicas metálicas accionadas por una prensa.

- CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada: Este ensayo busca determinar un índice de resistencia de los suelos sub – rasante, sub – base y base.

El ensayo se realiza sobre una muestra de suelo preparada en el laboratorio en determinadas condiciones de humedad y densidad. El ensayo se utiliza en el diseño de pavimentos, un pistón circular penetra una muestra de suelo a una velocidad constante. El CBR se expresa como la relación porcentual entre el esfuerzo requerido para que el pistón penetre 2.54 o 5.08 mm dentro de la muestra de ensayo, y el esfuerzo que se requirió para penetrar las mismas profundidades una muestra patrón de grava bien gradada.

- Ensayo de gravedad específica de los sólidos: Se define como gravedad específica de fase solida de un suelo, a la relación de un peso específico de la materia que constituye las partículas del suelo y el peso específico del agua destilada a 4° C.

Este método de ensayo se utiliza para determinar la gravedad específica de los suelos y de la llenante mineral por medio de un picnómetro.

La gravedad específica de los sólidos de un suelo se usa en casi toda ecuación que exprese relaciones de fases de aire, agua y sólidos en un volumen dado de material.

Se debe tener especial cuidado en obtener muestras representativas para la determinación de la gravedad específica de los sólidos del suelo que pase el tamiz N° 4. La muestra de suelo se puede ensayar con su humedad natural o se puede secar al horno.

Tabla 6. Guía en relación con la masa de suelo seco y el volumen del picnómetro por utilizar, dependiendo del tipo de suelo.

| TIPO DE SUELO | MASA DE LA MUESTRA SECA CUANDO SE USA UN PICNOMETRO DE 250 ml. | MASA DE LA MUESTRA SECA CUANDO SE USA UN PICNOMETRO DE 500 ml. |
|----------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| SP, SP-SM | 60 ± 10 | 100 ± 10 |
| SP-SC, SM, SC | 45 ± 10 | 75 ± 10 |
| LIMO O ARCILLA | 35 ± 5 | 50 ± 10 |

Fuente: Manual de laboratorio.

Como resultados del ensayo de gravedad específica se debe obtener:

- ❖ Identificación del suelo (localización y número de la perforación de la cual se extrajo la muestra, número de la muestra, profundidad de la toma).
 - ❖ Porcentaje de partículas retenidas en el tamiz N° 4.
 - ❖ Resultados de todas las medidas de masa.
 - ❖ Temperatura de ensayo.
- **Peso unitario:** El peso unitario de un suelo, se puede definir como la masa de un volumen unitario de suelo, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas. El valor del peso unitario del suelo además de variar por la cantidad de agua que tenga el suelo (condición seca, húmeda o saturada), también dependerá de condiciones de compactación y consolidación que esté presente.
- ❖ **Peso unitario saturado:** Se define como el peso de la masa de suelo saturada por unidad de volumen, donde los vacíos están llenos de agua.

- ❖ **Peso unitario húmedo:** Se define como el peso de la masa de suelo por unidad de volumen, donde los vacíos del selo contienen tanta agua como aire.
- ❖ **Peso unitario seco:** Se define como el peso de la masa de suelo seco por unidad de volumen, donde los vacíos no contienen agua.

La determinación del peso unitario se puede llevar a cabo tanto en laboratorio como en campo, y existen varios métodos para cada una de estas opciones, dentro del laboratorio de suelos de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. se maneja el procedimiento de inmersión de agua con parafina, este método es característico para suelos cohesivos sin grietas considerables.

- **Consolidación unidimensional de suelos:** Este ensayo permite determinar la magnitud y la velocidad de consolidación de muestras de suelos mediante una prueba de laboratorio en la cual se permite el drenaje axial de especímenes confinados lateralmente, mientras se someten a incrementos de carga con esfuerzo controlado.
- **Compresión inconfínada en muestras de suelos:** El objetivo del ensayo de compresión inconfínada es obtener, de manera rápida, un valor de la resistencia a la compresión de aquellos suelos que tienen la cohesión suficiente para ser ensayados en condición inconfínada.

Este método de ensayo da un valor aproximado de la resistencia de los suelos cohesivos en términos de esfuerzos totales. Así mismo se debe aclarar que este ensayo solo es aplicable a materiales cohesivos que no expulsan agua durante la etapa de carga del ensayo. El ensayo se puede realizar sobre muestras inalteradas, re moldeadas o compactadas.

Al finalizar el ensayo de compresión inconfínada se debe tener como resultados:

- Identificación y descripción visual del espécimen, incluyendo la clasificación del suelo, el símbolo y si el espécimen es inalterado, re moldeado, compactado, etc. También se debe incluir información que permita identificar el espécimen, (proyecto, localización, número de sondeo, número de la muestra, profundidad, etc.).
- Densidad seca inicial y contenido de agua.
- Resistencia a la compresión inconfínada y resistencia al corte.
- Altura, diámetro promedio de la muestra.
- Relación altura / diámetro.

- Velocidad promedio de deformación hasta la falla.
- Deformación en el instante de la falla.
- Esquema de las condiciones de falla.
- Grafico esfuerzo / deformación.

- Ensayo del Hidrómetro: Determinación del porcentaje de limos y arcillas: El objetivo de este ensayo es el de determinar el porcentaje de limos y arcillas, en suelos que pasan el tamiz N° 200. El Hidrómetro, es el método más usado para hacer esta determinación.

El ensayo se basa en la sedimentación de un material en suspensión en un líquido, el hidrómetro sirve para la determinación de la variación de la densidad de la suspensión con el transcurso del tiempo y medir la altura de caída del gramo de tamaño más grande, correspondiente a la densidad media.

En el análisis del hidrómetro se utiliza la relación entre la velocidad de caída entre las esferas de un fluido, el diámetro de la esfera, el peso específico tanto de la esfera como del fluido, y la viscosidad del fluido.

7.3. LITOLOGÍA

En el transcurso de la práctica empresarial se sumó un tipo de descripción sobre las muestras, esta ejecución se define dependiendo del material que se recibe dentro del laboratorio, puede ser:

- Descripción litológica detallada.
- Descripción de suelo detallada.
- Descripción de roca.

Estas descripciones, le permiten al geólogo encargado, realizar un análisis mucho más detallado y de esta manera entregar un proceso descriptivo mucho más seguro.

Este proceso se elabora en un formato diferente, el cual permite ser más específicos con los materiales que se están trabajando.

La litología es la parte de la geología que estudia la composición y estructura de las rocas, como su tamaño de grano, características físicas y químicas, estructuras sedimentarias, etc. Incluye también su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

Las clasificaciones más claras que se pueden presentar son: ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Para realizar estas descripciones se deben tener en cuenta todos los factores que aplican en esta metodología, como son:

- Factor del tiempo
- Factor del clima
- Factor del material parental
- Factor relieve.

Factores que se consideran en el momento de extraer las muestras en el terreno donde se va a ejecutar el proyecto.













La descripción litológica es la identificación detallada de las características geológicas, físicas y mineralógicas de la roca, tomando en consideración el tipo de roca.

Los parámetros principales que se necesitan para la descripción de núcleos de acuerdo al tipo de roca son:

- Arenisca: Color, tamaño de granos, forma, cemento, matriz, minerales principales, minerales accesorios, fósiles, hidrocarburos.
- Arcilla: Color, solubilidad, grado de compactación, minerales accesorios y presencia de fósiles.
- Lutita: Color, dureza, solubilidad, grado de compactación, minerales accesorios y presencia de fósiles.
- Limolita: Color, textura, dureza, grado de compactación, minerales accesorios y presencia de fósiles.
- Caliza: Color, dureza, textura, grado de compactación, minerales principales, minerales accesorios, presencia de hidrocarburos, fracturamiento y tipo de fractura y presencia de fósiles

A continuación, se muestra mediante gráficos las posibilidades de geometría y distribución de los granos:

Figura 8. Geometría y distribución de los granos.

| Bien redondeado | Redondeado | Subredondeado | Subangular | Angular | Muy angular | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  |  |  |  |  |  | Baja esterilidad |
|  |  |  |  |  |  | Alta esterilidad |

Fuente: Geometría y distribución de los granos (gil-mail.blogspot.com.co)

Sin embargo no es un procedimiento que se elabore con todos los proyectos que ingresen al laboratorio, esto se debe a que la mayoría de las veces, la complejidad del proyecto no amerita aplicar procesos de este tipo, pues el personal de laboratorio y los ingenieros encargados tienen la capacidad de reconocer que tipo de trabajos requieren mayor análisis.

De igual manera, la decisión sobre que procesos o procedimientos se deban realizar, también recaen sobre las necesidades que establezca el contratista.

Es importante mencionar que una vez se hayan realizado los ensayos correspondientes y una vez se dé cumplimiento con las ordenes de ensayo emitidas, en todos los proyectos que ingresen al laboratorio, es trascendental que las muestras testigo sean almacenadas por un tiempo que se considere apropiado dependiendo del tipo de proyecto en el que se esté trabajando.

En todas las pruebas de laboratorio se debe considerar un alto porcentaje de error, por lo cual la masa de suelo que llega al laboratorio debe por lo menos ser suficiente para realizar un ensayo extra, esto en caso de que los resultados obtenidos en el primer ensayo diverjan de la realidad y que por criterio, conocimiento y experiencia del ingeniero a cargo se consideren no reales.

Los ensayos mencionados anteriormente, fueron los más comunes a lo largo de la práctica, algunos se realizaban con mayor frecuencia puesto que la mayoría de las muestras se identificaban o caracterizaban a través de los métodos más comunes.

Sin embargo, en el momento que la empresa recibiera proyectos de mayor dimensión en donde el análisis debía ser mucho más detallado, se realizaban los ensayos oportunos para encontrar de esta manera, resultados que le ayuden al contratista a tomar las mejores decisiones sobre la ejecución del proyecto y así mismo el laboratorio tiene la oportunidad de mejorar la calidad sobre todos los procesos, pruebas o procedimientos que sean necesarios ejecutar.

7.4. CARACTERIZACION DE LOS SUELOS

Para realizar la caracterización de los suelos, se debe tener previamente los resultados correspondientes a las pruebas mencionadas anteriormente, ya que estas identifican que características compone el suelo o el terreno del respectivo proyecto y si se presentan, se deben registrar como afloramientos rocosos, fragmentos gruesos rocosos, erosión inducida por el hombre, encostramiento y agrietamiento.

También se pueden describir y registrar otras características de la superficie del suelo como son: la ocurrencia de sales, arena descolorida, restos orgánicos, restos de lombrices, camino de hormigas, etc.

- Afloramientos rocosos:

La exposición de la roca madre puede limitar el uso de equipamiento moderno de mecanización agrícola.

Los afloramientos rocosos deben ser descritos en términos de porcentaje de cobertura en la superficie, junto con información adicional relevante al tamaño, espaciado y dureza de los afloramientos.

- Fragmentos gruesos superficiales:

Los fragmentos gruesos superficiales que incluyen aquellos que se exponen parcialmente, deben de ser descritos en términos de porcentaje de cobertura superficial y tamaño de los fragmentos.

Las clases de ocurrencia de los fragmentos gruesos superficiales están correlacionadas con las de los afloramientos rocosos

- Textura de la fracción de tierra fina:

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula (o separaciones de suelo, o fracciones) en un volumen de suelo dado y se describe como una clase textural de suelo.

Los nombres para las clases de tamaño de partícula corresponden estrechamente con la terminología estándar comúnmente utilizada.

Sin embargo, muchos sistemas nacionales que describen el tamaño de las partículas y las clases texturales usan más o menos los mismos nombres, pero diferentes fracciones de grano de arena, limo y arcilla, y clases texturales.

- Clases texturales de suelo:

En adición a la clase textural, se da un estimado en campo del porcentaje de arcilla. Este estimado es útil para indicar el incremento y decremento en contenido de arcilla dentro de las clases texturales y para comparar estimaciones de campo con los resultados analíticos. La relación entre las clases texturales básicas y los porcentajes de arcilla, limo y arena.

- Subdivisión de la fracción arena:

Las texturas arenosas, areno francosas y franco arenosas se subdividen de acuerdo con las proporciones de arena muy gruesa a gruesa, media, fina y muy fina en la fracción arena. Las proporciones son calculadas de la distribución del tamaño de las partículas, tomando el total de la fracción de arena como el 100 por ciento.

- Estimación de las clases texturales en campo:

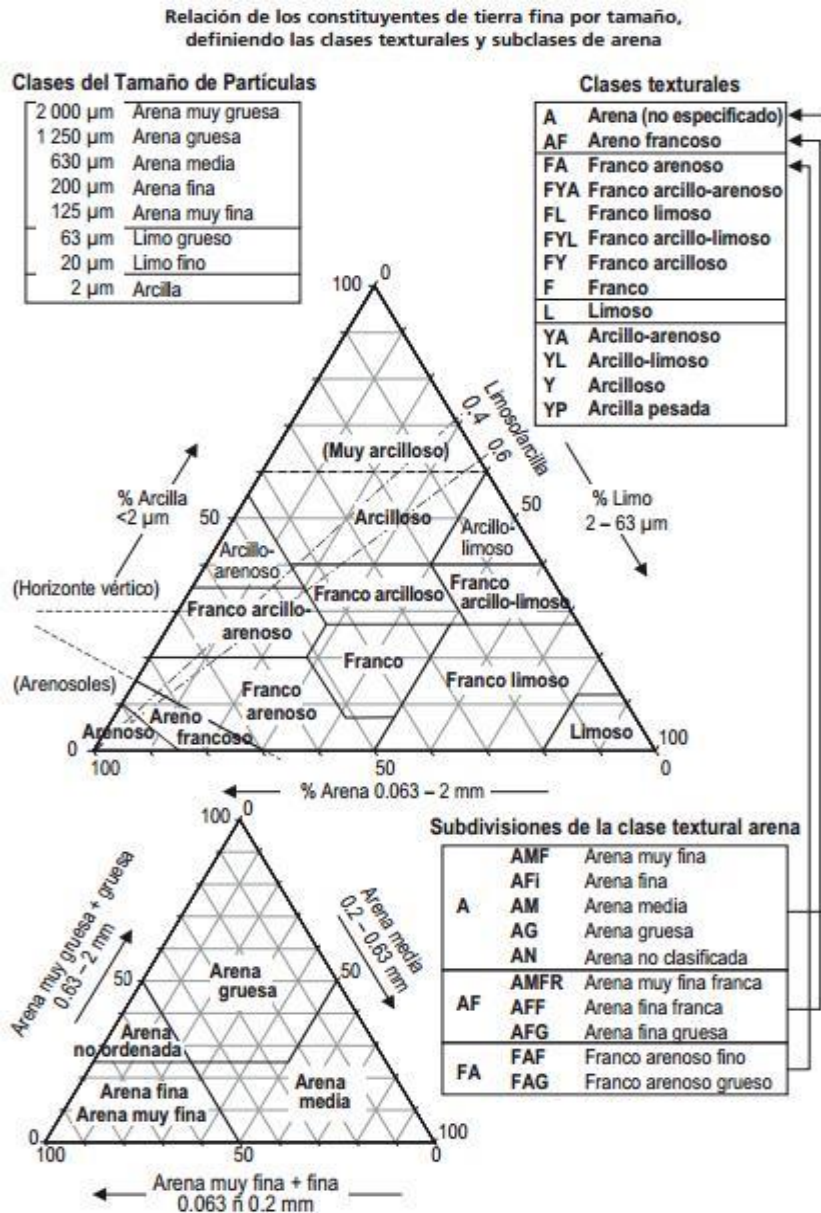
La clase textural puede ser estimada en campo a través de pruebas simples y sintiendo los constituyentes del suelo.

Para esto, la muestra de suelo debe estar en un estado húmedo a débilmente mojado. Se deben remover las gravas
U otros constituyentes > 2mm.

Los constituyentes tienen la siguiente sensación:

- Arcilla: se adhiere a los dedos, es cohesivo (pegajoso), es moldeable, tiene una alta plasticidad y tiene una superficie brillante luego de apretar entre los dedos.
- Limo: se adhiere a los dedos, no es pegajoso, es débilmente moldeable, tiene una superficie áspera y rasposa luego de apretarlo entre los dedos y una sensación harinosa (como el polvo del talco).
- Arena: no se puede moldear, no se adhiere a los dedos y se siente muy granuloso.

Figura 9. Relación de los constituyentes de tierra fina por tamaño, definiendo las clases texturales y subclases de arena.



Fuente: Segundo FAO (1990)

Todos estos conceptos, procesos y procedimientos, se profundizan en el momento de realizar las pruebas en el laboratorio y así mismo al recibir los resultados, ya que estos permiten verificar que todo lo que se realizó, fue de manera adecuada y que seguramente la calidad del proyecto dependerá en gran parte de los datos que posteriormente se le suministren al cliente.

Mediante estos procesos se mejora la calidad de interpretación de datos y el trabajo práctico en el laboratorio, ya que este, permite experimentar y descubrir los resultados exactos y correctos como se plantean en la normativa.

7.5. RECURSOS SUMINISTRADOS POR LA EMPRESA

Para el adecuado desarrollo de la práctica empresarial, la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. pone a disposición del practicante los recursos necesarios para la ejecución de las actividades que va a desarrollar durante el tiempo que se encuentre laborando dentro de la empresa, la buena utilización de estos recursos, garantiza el buen funcionamiento de la empresa.

7.5.1. Recursos Materiales

- **Computador:** La empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. suministra un computador, con el fin de buscar, recibir y procesar datos para convertirlos en información conveniente y útil.
- **Puesto de trabajo:** Para llevar un buen orden y realizar de la mejor manera las labores asignadas, la empresa asigna al practicante un espacio adecuado para el desarrollo de las actividades.
- **Acceso a internet:** Para mejorar la calidad de los ensayos y revisar todas las actividades que se realicen en el laboratorio, la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. permite el acceso a internet con el fin de rectificar los procesos, procedimientos y resultados acorde a las normas que rijan cada prueba.
- **Papelería:** La empresa realiza un adecuado suministro de papelería conforme a las labores que sean asignadas. (Cosedora, perforadora, saca ganchos, A-Z, entre otros).
- **Acceso a información:** Uno de los recursos más importantes que la empresa pone a disposición del practicante, es el libre acceso a la información correspondiente al cargo que este desempeñando dentro de ella, para este caso sería historial de ensayos realizados, formatos de las pruebas que se elaboren en el laboratorio, información detallada sobre proyectos que se planean ejecutar a largo o corto plazo, entre otros.
- **Laboratorio:** Para realizar con éxito la supervisión de los procesos que se llevan a cabo dentro del laboratorio, la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S permite el libre acceso al lugar donde se practican todos los ensayos, con el fin de realizar un adecuado seguimiento y confirmar que las pruebas que se realicen sean las indicadas, que los equipos y procedimientos que

se utilicen y que se rijan sean los sugeridos en las normas por las cuales deben guiarse los laboratoristas.

7.5.2. Recursos Humanos

- Supervisor: La empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. asigna al practicante un supervisor con el fin de introducir, acompañar y supervisar sus labores, esto con el fin de mejorar las actividades que desempeñe dentro de la empresa.

8. APOORTE AL CONOCIMIENTO

Cada proceso que se llevó a cabo en la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. durante la práctica, sirvió como aprendizaje y como herramienta para mejorar los conocimientos que fueron recibidos en el proceso de pregrado dentro de la universidad.

La oportunidad que se presentó al realizar la práctica empresarial como apoyo al laboratorio de suelos hasta el día de hoy ha sido de suma importancia, las características geológicas, topográficas y geomorfológicas, se convierten parámetros fundamentales que se deben tener en cuenta para cualquier ejecución; la variedad de suelos y rocas que existen hacen del campo de la geotecnia un lugar donde el factor error es muy reducido y obligan a que cada proceso que se realice de análisis en cualquier aspecto, se hagan con la mayor precisión, y bajo todas las metodologías y normativas aprobadas.

La implementación de nuevos ensayos, y el uso de programas que permiten mayor análisis sobre cualquier proceso que se realice, ha funcionado como herramienta clave para el progreso y el crecimiento positivo del laboratorio de suelos, ya que todo esto, permite aumentar la calidad sobre cualquier procedimiento que se pueda realizar.

Es importante reconocer que la calidad de los resultados producidos por los ensayos realizados en el laboratorio, dependen de la competencia del personal que las realice y de las posibilidades, calibración y mantenimiento del equipo empleado, debido a esto, se reconoce que la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. tiene la capacidad de garantizar que los equipos que utiliza son idóneos y que los operadores disponen de certificaciones expedidas por entidades competentes, que respalden la actualización de sus conocimientos.

Esto se vio reflejado con el proceso que afronto la empresa, durante el tiempo de prácticas, en donde se trabajó constantemente por obtener un nuevo certificado, el cual le ha brindado a la empresa, mayor reconocimiento; la importancia de haber adquirido una nueva certificación, le permite a la empresa, ofrecer garantía de que cualquier proceso que se efectuó dentro de ella, será definido e implantado de la mejor manera posible y se gestionara para satisfacer las necesidades del cliente.

El trabajo práctico en el laboratorio ha brindado en el transcurso de las prácticas la experimentación y el descubrimiento al observar que los resultados exactos y correctos como se ven en la teoría, no siempre son los que se obtienen en la práctica.

La experiencia de apoyar los procesos de laboratorio, ha permitido hasta el día de hoy, generar grandes análisis y nuevos conocimientos, ya sea por medio de las descripciones que practican los geólogos a las muestras que son ingresadas al laboratorio, las cuales sirvieron para conocer las formas en que se puede caracterizar un material, a su vez conocer los diferentes comportamientos que presenta.

La comprensión que se logra mediante estos procedimientos es de gran importancia, como lo es el proceso de clasificación de los suelos, este ensayo se ha mantenido como una de las pruebas más comunes que se practican en el laboratorio a todos los proyectos que se han manejado, brinda la oportunidad de aprender a reconocer el tipo de material que se está trabajando y las diferentes formas en las que se puede mostrar la clasificación que arroja, ya sea por medio de la normativa AASHTO o por la simbología SUCS; así mismo, este proceso permite identificar el porcentaje de gravas, arenas y finos que se tienen del material que fue suministrado por el contratista.

El laboratorio de suelos de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. es un espacio en el que se trabaja intensamente para atender los requerimientos técnicos relacionados con los fenómenos propios del suelo, proceso que durante el tiempo de las prácticas empresariales, ha servido como puente de investigación y proyección sobre la importancia de que todo proceso sea supervisado y se rija por las normas debidas.

En este espacio se han desarrollado proyectos de todo tipo de complejidad, los cuales han permitido aplicar diferentes pruebas, además de las que comúnmente se realizan (clasificación, límites, corte).

Recibir muestras de un respectivo terreno sobre el que se va a trabajar, sirvió como aporte al reconocimiento de las características físicas y mecánicas del suelo, lo que esto permite es identificar en que sitios se pueden realizar ensayos como el de corte directo y sobre que partes del terreno realizar los sondeos, los cuales podrán arrojar los resultados que se esperan para llevar a cabo con éxito la ejecución de los proyectos que se tienen planeados, ya sean, viales, estructurales, entre otros.

El orden, es una herramienta fundamental para el cumplimiento de todas las actividades que fueron asignadas, ya que son varios proyectos que ingresan al laboratorio y todos estos requieren de un seguimiento detallado para mantener o en el mejor de los casos mejorar la calidad de los procesos que se realicen, una de las ideas que se planteó como herramienta de organización para los proyectos, fue generar un inventario sobre los mismos, el cual permitió conocer y tener claro, que ensayos se han practicado sobre los diferentes proyectos que ingresan al laboratorio, y cuales pruebas le hacen falta para cumplir a cabalidad con el mismo.

Figura 10. Ejemplo Inventario del proyecto La Pradera.

| PROYECTO | LA PRADERA GIRON | SONDEO | ENSAYOS | | | | | LOG | |
|----------|---------------------|----------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------|-----|-----|
| | | | Clasificación | Corte Directo | Compresión Simple | Carga Puntual | Proctor | | CBR |
| | | SONDEO 1 | | SN1 MN4,5 | | | | | |
| | | SONDEO 2 | | SN2 MN5 | | | | | |
| | | SONDEO 3 | | SN3 MN5 | | | | | |
| | | SONDEO 4 | | | | | | | |
| | | SONDEO 5 | | | | | | | |
| | | SONDEO 6 | | | | | | | |
| | | SONDEO 7 | | | | | | | |
| | | SONDEO 8 | | | | | | | |

Fuente: Autor

Figura 11. Ejemplo Inventario del proyecto Guepsa.

| PROYECTO | GUEPSA | SONDEO | ENSAYOS | | | | | LOG | |
|----------|--------|----------|---------------|---------------|------------------------|---------------|---------|-----|-----|
| | | | Clasificación | Corte Directo | Compresión Simple | Carga Puntual | Proctor | | CBR |
| | | SONDEO 1 | | MN5 | MN 12 | | | | |
| | | SONDEO 2 | | MN12 | MN 16, MN 18, MN 21 | | | | |
| | | SONDEO 3 | | MN4 | MN 10, MN 4 | | | | |

Fuente: Autor

Este tipo de ejemplos muestran también, como el uso adecuado de los programas digitales, marcan una parte fundamental en los procesos que se lleven a cabo en la empresa y especialmente en el laboratorio de suelos, en ellos se puede apreciar cómo se marca el proceso que se va ejecutando en el laboratorio, los ensayos que se van realizando, las muestras que han sido sometidas específicamente para algún procedimiento y la cantidad de sondeos que se realizaron en el proyecto.

Por parte de los programas que se manipularon en el proceso de las prácticas empresariales, encontramos LOGPLOT, un programa que se implementó, para mejorar la calidad de las descripciones que son realizadas por los geólogos dentro del laboratorio, en el momento en que las muestras son ingresadas.

LogPlot software ha sido utilizado por geólogos desde 1983 para mostrar sus datos geotécnicos, ambientales, geofísicos, lodo/gas y explotación minera como un registro gráfico.

LogPlot ofrece una flexibilidad casi ilimitada para la distribución a través de su intuitivo Log Designer. Con una interface punto y click renovada, LogPlot - LogDesigner hace que sea fácil de personalizar los registros para los diferentes clientes y proyectos. Los datos de campo se pueden insertar dentro de este programa. El mismo permite generar los gráficos compuestos.

Este programa es de gran avance para el reconocimiento de las muestras y el estado de las mismas, ya que el funcionamiento del programa, permite realizar un estudio exhaustivo sobre los componentes del material que ingresa al laboratorio y de esta forma poder iniciar una descripción detallada.

Estas descripciones litológicas permiten identificar las características geológicas, físicas y mineralógicas de la roca, del suelo o del material que se tenga planeado evaluar.

El programa LogPlot fue de gran ventaja para el fácil reconocimiento de las muestras, y ha permitido así mismo, explorar la composición del software para afianzar mejor los conocimientos y tener un mejor manejo del mismo.

El programa gINT V8i, software que proporciona una gestión centralizada de los datos y elaboración de informes para proyectos bajo la superficie de todo tipo.

El programa automatiza muchas tareas repetitivas, elimina la entrada de datos redundantes y aumenta la productividad, proporciona datos accesibles y mejora la información del subsuelo para los suelos.

Los datos se introducen en el soporte lógico, y luego pueden ser utilizados para generar múltiples informes del mismo conjunto de datos. El software permite a los usuarios agilizar los procesos.

A su vez, permite la consolidación de todos los tipos de datos de subsuelo, incluyendo el medio ambiente, ubicación, entre otros.

Con las herramientas avanzadas que ofrece el programa gINT V8i, cualquier persona que desee manipularlo, podrá crear cualquier tipo de informe de campo, de laboratorio y de interpretación de datos. GINT V8i incluye plantillas de informes personalizables que permiten una profundidad ilimitada, capas, símbolos, muestras e imágenes.

Avanzadas herramientas de diseño como manipulación de datos, toma de decisiones, elaboración de informes que sirven como apoyo para evidenciar el avance de cualquier proyecto que se esté llevando a cabo en el laboratorio de suelos de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. este programa apoya la toma de decisiones.

Esto ha permitido garantizar el cumplimiento de todas las actividades que se fueron asignando a lo largo de la práctica por parte de los ingenieros, quienes se encuentran a cargo de los proyectos y a los cuales se les debe entregar de forma ordenada, y detallada los avances de los mismos, resultados claros, sustentados de manera física, con el fin de que sean de gran utilidad para la toma de decisiones sobre la futura ejecución de los diferentes proyectos.

Así pues, el laboratorio de mecánica de suelos con los ensayos que se practican de alta calidad, realiza un aporte importante al continuo conocimiento de los adecuados procesos y de la oportuna aplicación de las normas, ya que si estas, no se tienen en cuenta, los proyectos que se planeen no serán viables desde ningún punto de vista, por esto la parte más importante que se maneja en este ámbito es la aplicación de toda la teoría que sirva para aumentar la calidad de los procedimientos dentro del laboratorio.

9. CONCLUSIONES

- El apoyo a la supervisión de los procesos ejecutados en el laboratorio de suelos es de gran importancia para la toma de decisiones sobre la ejecución de los mismos.
- La información obtenida mediante los procesos realizados en el laboratorio, es una buena base para hacer observaciones, recomendaciones, sobre las actividades que se tengan planificadas para la ejecución de un proyecto determinado.
- La supervisión en el cumplimiento del marco normativo aumenta la calidad de los procesos, procedimientos y resultados que se presenten en el laboratorio de suelos de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
- El uso adecuado de todos los programas digitales permite mejorar la obtención de resultados, y de la misma manera, realizar un análisis más detallado sobre el material que inicialmente fue suministrado por el contratista.
- El trabajo práctico del laboratorio ha brindado una amplia experimentación y mejor conocimiento de los procesos y de los resultados que se deben obtener de cada prueba que se plantee realizar, a cualquier muestra que fue ingresada al laboratorio.
- La amplia capacidad y dotación del laboratorio, permite realizar una adecuada caracterización y clasificación de los suelos, lo cual garantiza efectividad, calidad y seguridad en todos los trabajos que se practican dentro del mismo.
- El análisis de suelos es una herramienta importante, que permite evaluar la capacidad que presenta el mismo, para la ejecución de cualquier proyecto ingenieril, que se pretenda realizar en el terreno escogido.
- Los estudios de suelos, cumplen una función muy importante dentro de la industria de la construcción, pues brindan parámetros que permiten conocer y garantizar la cimentación de los diferentes proyectos de ingeniería civil, lo que debe conllevar a una gran responsabilidad por parte de las empresas que se encargan de su ejecución.

10. RECOMENDACIONES

- Todos los procesos que se llevan a cabo en el laboratorio de suelos, son de suma importancia para la ejecución de los proyectos de obras civiles, por esta razón, es importante que exista una excelente coordinación en la práctica de los ensayos.
- Es necesario que exista una buena comunicación entre todo el personal de la empresa, pues esto permite mejorar el control de las actividades realizadas y de esta forma aumentar la calidad en los trabajos ejecutados. El trabajo en grupo en la ingeniería es fundamental, ya que la agrupación de pequeñas funciones asignadas a cada persona se transforman en un trabajo elaborado debido a la complejidad de los proyectos.
- En todas las pruebas de laboratorio se debe considerar un alto porcentaje de error, por lo cual la masa de suelo que llega al laboratorio debe por lo menos ser suficiente para realizar un ensayo extra, esto en caso de que los resultados obtenidos en el primer ensayo diverjan de la realidad y que por criterio, conocimiento y experiencia del ingeniero a cargo se consideren no reales.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D5731-95. Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 123. Determinación de los tamaños de las partículas de suelos. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 125. Determinación del límite líquido de los suelos. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 126. Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 151. Consolidación unidimensional de los suelos. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 154. Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD). 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. . I.N.V.E-122. Determinación en laboratorio del contenido de agua (Humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado. 2013

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 127. Determinación de los factores de contracción de los suelos. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 130. Permeabilidad de suelos granulares (cabeza constante). 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 148. CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. I.N.V.E- 152. Compresión inconfiada en muestras de suelos. 2013.


Normativa del instituto nacional de vías (I.N.V.E 2013)

OIL-MAIL. Descripción Litológica. 2011[en línea] [citado 25 de octubre de 2016] disponible en: <http://oil-mail.blogspot.com.co/2011/05/descripcion-litologica.html>

SYSTAT. SigmaPlot Product Overview. [en línea] [citado 15 de octubre de 2016] disponible en: <https://statsoftware.com/products/sigmaplot/>

VALENCIA. Alfredo Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos. [en línea]
[citado octubre 8 de 2016] Disponible en:
[http://www.academia.edu/4177974/Manual_De_Laboratorio_de_Mecanica_De_S
uelos](http://www.academia.edu/4177974/Manual_De_Laboratorio_de_Mecanica_De_Suelos)

Anexo B. Formato para la clasificación de los suelos CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S

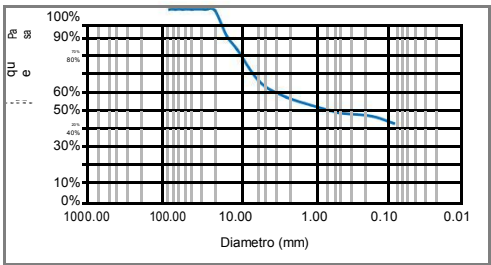
| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|---------------------|
|  | CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. | FECHA | 5/11/2016 |
| | NIT. 804,015,242-8 | CÓDIGO | PP06-30-31-32-33-R2 |
| | | REVISIÓN | 2 |
| ENSAYO DE GRANULOMETRÍA - LÍMITES DE ATTERBERG - CONTENIDO DE HUMEDAD Normas INV E. 122, 123, 125, 126 / 2013 - NTC 77 - ASTM D421-58 y D422-83 - AASHTO T88 | | | |
| PROYECTO | VENADO - MINESA | CLIENTE | |
| SITIO | SANTANDER | FECHA | NOVIEMBRE DE 2016 |
| COORDENADAS | | LABORATORISTA | ROBINSON OCHOA |
| SONDEO | PO-TP-16-01 | MUESTRA(S) | 1 |
| | | PROF. | 0.95 - 1.05 m |

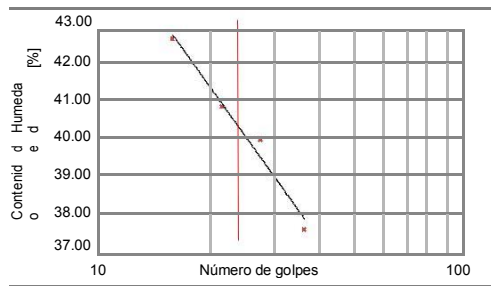
| | |
|---------------------|-----------|
| MUESTRA | 1 |
| | 0.95-1.05 |
| W. TARA + S.H. | 87.50 |
| W. TARA + S.S. | 78.20 |
| W. TARA | 7.80 |
| PESO AGUA | 9.30 |
| PESO SUELO SECO | 70.40 |
| HUMEDAD NATURAL (%) | 13.21 |

| TAMIZ | | Retenido [gr] | [%] Retenido | [%] Pasa |
|----------|-------|---------------|--------------|----------|
| No. | (mm) | | | |
| 3" | 76.10 | 0.00 | 0.00% | 100.00% |
| 2 1/2" | 64.00 | 0.00 | 0.00% | 100.00% |
| 2" | 50.80 | 0.00 | 0.00% | 100.00% |
| 1 1/2" | 38.10 | 0.00 | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25.40 | 0.00 | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19.00 | 3.50 | 0.49% | 99.51% |
| 1/2" | 12.70 | 104.20 | 14.48% | 85.03% |
| 3/8" | 9.51 | 49.00 | 6.81% | 78.22% |
| 1/4" | 6.35 | 0.00 | 0.00% | 78.22% |
| 4 | 4.76 | 127.50 | 17.72% | 60.49% |
| 10 | 2.00 | 63.20 | 8.79% | 51.71% |
| 12 | 1.68 | 0.00 | 0.00% | 51.71% |
| 16 | 1.19 | 0.00 | 0.00% | 51.71% |
| 30 | 0.59 | 0.00 | 0.00% | 51.71% |
| 40 | 0.42 | 60.00 | 8.34% | 43.37% |
| 50 | 0.30 | 0.00 | 0.00% | 43.37% |
| 80 | 0.18 | 0.00 | 0.00% | 43.37% |
| 100 | 0.15 | 16.00 | 2.22% | 41.15% |
| 200 | 0.07 | 27.90 | 3.88% | 37.27% |
| Pasa 200 | | 268.10 | 37.27% | 0.00% |
| Total | | 719.40 | | |

| | | | | |
|-----------------|--------------|-------|-------|-------|
| Limite líquido | INV. E - 125 | | | |
| | 167 | 57 | 182 | 210 |
| Tara No. | | | | |
| W. TARA + S.H. | 30.40 | 29.00 | 30.20 | 27.40 |
| W. TARA + S.S. | 24.40 | 23.10 | 23.80 | 21.70 |
| W. TARA | 8.40 | 8.30 | 8.10 | 8.30 |
| W. AGUA | 6.00 | 5.90 | 6.40 | 5.70 |
| W. SUELO SECO | 16.00 | 14.80 | 15.70 | 13.40 |
| [%] HUMEDAD | 37.50 | 39.86 | 40.76 | 42.54 |
| No. GOLPES | 37 | 28 | 22 | 16 |
| Limite plástico | INV. E - 126 | | | |
| | 11 | 87 | | |
| Tara No. | | | | |
| W. TARA + S.H. | 19.60 | 19.50 | | |
| W. TARA + S.S. | 17.10 | 17.00 | | |
| W. TARA | 8.40 | 8.20 | | |
| W. AGUA | 2.50 | 2.50 | | |
| W. SUELO SECO | 8.70 | 8.80 | | |
| [%] HUMEDAD | 28.74 | 28.41 | | 28.57 |


| | |
|---------------------------|-----------|
| W suelo inicial seco | 719.40 gr |
| W suelo despues de lavado | 451.30 gr |
| Porcentaje de error | 0.00 % |

| | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Gravas</td> <td>21.78%</td> <td>Arenas</td> <td>40.95%</td> <td>Finos</td> <td>37.27%</td> </tr> </table> | Gravas | 21.78% | Arenas | 40.95% | Finos | 37.27% |
| Gravas | 21.78% | Arenas | 40.95% | Finos | 37.27% | |

| | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|  | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Limite líquido</td> <td>40.07</td> </tr> <tr> <td>Limite plástico</td> <td>28.57</td> </tr> <tr> <td>Índice plástico</td> <td>11.49</td> </tr> </table> | Limite líquido | 40.07 | Limite plástico | 28.57 | Índice plástico | 11.49 |
| Limite líquido | 40.07 | | | | | |
| Limite plástico | 28.57 | | | | | |
| Índice plástico | 11.49 | | | | | |

| | |
|-----------------|--------|
| Índice de grupo | 1 |
| A.A.S.H.T.O | A - 6 |
| J.S.C. | S M |

CLASIFICACIÓN: ARENAS LIMOSAS


 Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO

**Anexo C. Formato para la determinación del peso unitario
CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.**

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-------------|
|  | CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. | FECHA: | 16/11/2016 |
| | | CÓDIGO: | PP06-43-R11 |
| | NIT. 804,015,242-8 | REVISIÓN: | 2 |

**ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO
ASTM D2937-71**

| | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| PROYECTO | INVESTIGACION GEOTECNICA PARA LA CARACTERIZACION DE SITIOS DE INFRAESTRUCTURA MINERA | CLIENTE | MINESA |
| LOCALIZACIÓN | | FECHA | NOVIEMBRE DE 2016 |
| COORDENADAS | - | LABORATORISTA | |

Ws: Peso de la muestra húmeda al aire.

γ_w : Gravedad específica del agua.

Wp: Peso de la muestra cubierta con parafina.

Vp: Volumen de la cera.

F: Peso de la muestra cubierta con parafina sumergida en agua.

V: Volumen de la muestra sin cera.

γ_p : Gravedad específica de la parafina.

| | | | |
|----------------|---------|------------------|--------|
| Peso del vaso: | 66.8 gr | Volumen de agua: | 400 ml |
|----------------|---------|------------------|--------|


| ESTACIÓN GEOLOGICA | MUESTRA | Ws [gr] | Wp [gr] | F [gr] | γ_p | γ_w | Vp [cm ³] | V [cm ³] | γ_h [gr/cm ³] |
|--------------------|---------|---------|---------|--------|------------|------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|
| PL-BH-16-07 | 5 | 63.20 | 67.92 | 31.10 | 0.92 | 1.00 | 5.13 | 31.69 | 1.994 |
| PL-TP-16-01 | 1 | 60.45 | 64.90 | 26.23 | 0.92 | 1.00 | 4.84 | 33.83 | 1.787 |
| PL-TP-16-01 | 2 | 76.54 | 81.65 | 34.11 | 0.92 | 1.00 | 5.55 | 41.99 | 1.823 |
| WS-TP-16-05 | 1 | 77.45 | 86.69 | 35.41 | 0.92 | 1.00 | 10.04 | 41.24 | 1.878 |
| WS-TP-16-05 | 2 | 84.52 | 96.52 | 36.78 | 0.92 | 1.00 | 13.04 | 46.70 | 1.810 |
| AM-TP-16-01 | 1 ic | 88.25 | 94.81 | 36.01 | 0.92 | 1.00 | 7.13 | 51.67 | 1.708 |
| PO-TP-16-01 | 1 ic | 94.21 | 99.66 | 45.78 | 0.92 | 1.00 | 5.92 | 47.96 | 1.965 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES



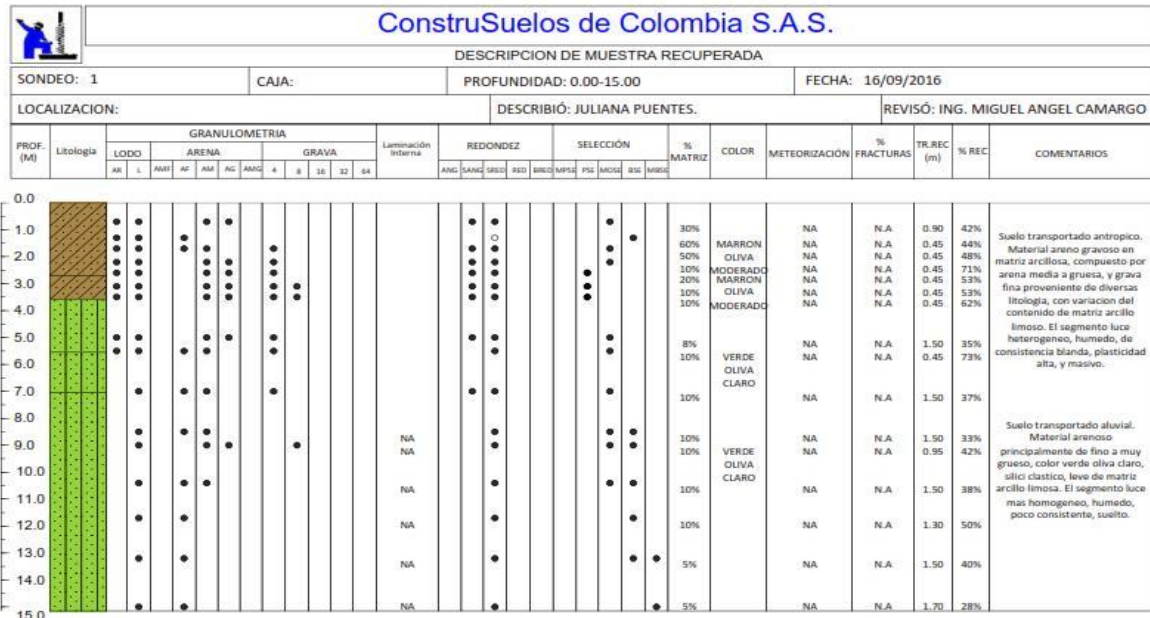
Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO

Anexo D. Formato de resultados obtenidos por el programa gINT V8i.

|  Construsuelos de Colombia S.A.S. REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------|-------|----------------|----------------|---------|---------------------|-----------------|--------------|
| PROYECTO: ACORDEONEROS | | | | | | | | | | | | | |
| CLIENTE: | | | | | | LOCALIZACION: | | | | | | Coordenadas X Y | |
| Tipo sondeo | | | | Inicio Ejecución | | Fin Ejecución | | SONDEO N° | OPERADOR | | SUPERVISOR | | |
| PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ | | | | 19/09/2016 | | 19/09/2016 | | 1 | CARLOS CABRERA | | ING. MIGUEL CAMARGO | | |
| Escala | Litología | Descripción | Cota | N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18" | Método Perforación | N° Muestra | SUCS | Nivel Freático | Humedad (%) | L.L (%) | LP (%) | Ip (%) | Pasa 200 (%) |
| 0.0 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | SUELO TRANSPORTADO ANTROPICO. MATERIAL ARENO GRAVOSO EN MATRIZ ARCILLOSA, COMPUESTO POR ARENA MEDIA A GRUESA, Y GRAVA FINA PROVENIENTE DE DIVERSAS LITOLOGIAS, CON VARIACION DEL CONTENIDO DE MATRIZ ARCILLO LIMOSA. EL SEGMENTO LUCE HETEROGENEO, HUMEDO, DE CONSISTENCIA BLANDA, PLASTICIDAD ALTA Y MASIVO. | 0.45 | 2-12-12 DE 0.00-0.45 m | SPT | | | | | | | | |
| | 0.90 | | 7-7-9 DE 0.45-0.90 m | SPT | 1 | SC | | | 23.53 | | | | |
| | 1.35 | | 8-6-7 DE 0.90-1.35 m | SPT | 2 | SC | | | 23.92 | | | | |
| | 1.80 | | 11-13-14 DE 1.35-1.80 m | SPT | 3 | SC | | | 26.23 | | | | |
| | 2.25 | | 10-10-12 DE 1.80-2.25 m | SPT | 4 | SC | | | 8.81 | | | | |
| | 2.70 | | 16-16-20 DE 2.25-2.70 m | SPT | 5 | SC | | | 9.11 | 19.34 | 9.14 | 10.20 | 67.1 |
| | 3.15 | | 16-15-18 DE 2.70-3.15 m | SPT | 6 | SC | | | 12.52 | | | | |
| | 3.60 | 18-18-20 DE 3.15-3.60 m | SPT | 7 | SC | | | 12.12 | 17.58 | 7.49 | 10.09 | 24.2 | |
| 5.0 | | | 5.10 | BARRENA | HQ | 8 | SP-SM | | 13.97 | | | | |
| 6.0 | | | 5.55 | 24-24-24 DE 5.11-5.55 m | SPT | 9 | SP-SM | | 18.92 | | | | 152.9 |
| 7.0 | | | 7.05 | BARRENA | HQ | 10 | SP-SM | | 14.60 | | | | 101.5 |
| 8.0 | | SUELO TRANSPORTADO ALUVIAL. MATERIAL ARENOSO PRINCIPALMENTE DE FINO A MUY GRUESO, COLOR VERDE OLIVA CLARO, SILICICLASTICO, MEJOR REDONDEADO EN SU BASE, AMBIENTE FLUVIAL, REDUCCION LEVE DE MATRIZ ARCILLO LIMOSA. EL SEGMENTO LUCE MAS HOMOGENEO, HUMEDO, POCO CONSISTENTE, SUELTO. | 8.50 | BARRENA | HQ | 11 | SP-SM | | 17.49 | | | | |
| 9.0 | | | 9.05 | 36-36-R DE 8.55-9.00 m | SPT | 12 | SP-SM | | 16.84 | | | | |
| 10.0 | | | 10.50 | BARRENA | HQ | 13 | SP-SM | | 20.89 | | | | |
| 11.0 | | | 11.80 | BARRENA | HQ | 14 | SP-SM | | 22.61 | | | | |
| 12.0 | | | 13.30 | BARRENA | HQ | 15 | SP-SM | | 20.49 | | | | |
| 13.0 | | | 15.00 | BARRENA | HQ | 16 | SP-SM | | 19.88 | | | | 198.3 |
| 14.0 | | | | | | | | | | | | | |
| 15.0 | | | | | | | | | | | | | |

Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
 Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ
 NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
 NOMENCLATURA: LL-Límite Líquido, LP-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Unidad Martillo Danut), NP-Material NO Plástico.

Anexo E. Formato de resultados obtenidos por el programa LogPlot.



CONVENCIONES
LITOLÓGICAS SILICICLÁSTICAS

