

**Práctica empresarial en la empresa Alianza Consultora & ingeniería S.A.S como auxiliar
de ingeniería en el área de geotecnia**

Diana Paola Plata Mateus

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Civil

Director:

Hebenly Celis Leguizamo

MSc. en Ciencias en Ingeniería Civil

Tutor:

Jose Neyith Contreras Sandoval

Magister en Geotecnia

Universidad industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por permitirme culminar este gran proyecto de ser profesional y a la Universidad industrial de Santander, llevare con orgullo el nombre de esta institución.

A mis padres que con todo el amor, dedicación y esfuerzo me apoyaron en cada etapa de este proceso; por cada enseñanza y consejo lleno de amor y firmeza; gracias por confiar en mí y por fundar en mi esos valores y principios que hoy me representan, esto un logro nuestro.

A la empresa Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S, quienes brindaron su confianza para poder realizar mi práctica empresarial y permitirme tener una gran experiencia académico – laboral.

Finalmente, a mis amigos, siempre recordaré cada momento compartido con ustedes; agradezco a Dios por ponerlos en mi camino y pido a él que lo que nos falta por recorrer sea lleno de triunfos.

Contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	12
1.1 Objetivo General.....	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2. Actividades desarrolladas en la práctica empresarial.....	13
2.1 Recepción de muestras.....	13
2.2 Porcentaje de humedad.....	15
2.3 Ensayo de granulometría (gradación).....	17
2.4 Límites de Atterberg.....	22
2.4.1 Ensayo de límite líquido.....	22
2.4.2 Ensayo de límite plástico.....	25
2.4.3 Índice de plasticidad.....	27
2.5 Ensayo de corte directo.....	27
2.6 Apoyo en elaboración de informes geotécnicos.....	30
2.6.1 Clasificación del suelo.....	31
2.6.2 Correlaciones de parámetros ingenieriles (Potencial de expansión, Compacidad, Consistencia).....	32
2.6.3 Corrección del N de SPT y Perfil del suelo según NSR – 10.....	34

3. Descripción de proyectos en los que se participo	35
3.1 Revisión, actualización y ajuste del componente general y los contenidos del corto, mediano y largo plazo del esquema de ordenamiento territorial E.O.T del municipio de Mogotes, Santander.	35
3.2 Estudio geotécnico y de estabilidad por movimientos en masa bodegas zona libre – carrera 12n° 18-37, municipio de San Gil departamento de Santander.....	37
3.3 Documento técnico – geología y geomorfología de la cuenca de la quebrada Mijitayo – (Elaboración estudio detallado de riesgo por lahar en la microcuenca de la quebrada Mijitayo, en el municipio de Pasto).....	38
3.4 Elaboración del estudio de riesgo detallado por inundación en el municipio de San Alberto - Cesar.....	39
3.5 Estudio geotécnico para la radio base electro Santander Guane – finca el tanque, vereda regadillo.....	41
4. Principales Aportes	42
4.1 Implementación de especificaciones de INV E 103 -13.....	42
4.1.1 Instrucción de Norma a personal de campo.	43
4.1.2 Rótulos de identificación de muestras	43
4.2 Programación en Microsoft Excel de clasificación de suelo SUCS	44
5. Conclusiones.....	45
Referencias Bibliográficas.....	46

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Recepción de muestras en laboratorio	14
<i>Figura 2.</i> Separación de muestras por estratos	14
<i>Figura 3.</i> Pila de tamices de laboratorio	18
<i>Figura 4.</i> Toma de datos de granulometría	19
<i>Figura 5.</i> Curva de distribución de tamaño de partícula	20
<i>Figura 6.</i> Límites de atterberg	22
<i>Figura 7.</i> Ranurador plano	23
<i>Figura 8.</i> Cazuela de Casagrande eléctrica	23
<i>Figura 9.</i> Curva de fluidez.....	25
<i>Figura 10.</i> Equipo de corte directo	29
<i>Figura 11.</i> Clasificación de suelos expansivos.....	32
<i>Figura 12.</i> Recepción de muestras en primer proyecto de participación	42
<i>Figura 13.</i> Rotulo antiguo	42
<i>Figura 14.</i> Recepción de muestras de proyectos posteriores	43
<i>Figura 15.</i> Rotulo actual.....	44

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Formato de registro de porcentaje de humedad en laboratorio</i>	16
Tabla 2. <i>Porciones mínimas para ensayo de granulometría</i>	17
Tabla 3. <i>Formato de registro de datos ensayo de granulometría</i>	19
Tabla 4. <i>Formato de registro de ensayo de límite líquido en laboratorio</i>	24
Tabla 5. <i>Formato de registro de ensayo de límite plástico en laboratorio</i>	26
Tabla 6. <i>Tiempo mínimo hasta la falla – INV E 151 -13</i>	29
Tabla 7. <i>Consistencia de suelo para suelos arcillosos</i>	33
Tabla 8. <i>Compacidad de suelos granulares</i>	33
Tabla 9. <i>Cantidad de sondeos en proyecto del municipio de Mogotes</i>	36
Tabla 10. <i>Cantidad de sondeos y apiques en proyecto de las Bodegas en San Gil</i>	37
Tabla 11. <i>Cantidad de sondeos y apiques en proyecto de documento técnico para estudio por lahar en Pasto</i>	39
Tabla 12. <i>Cantidad de sondeos y apiques en proyecto de riesgo por inundación en el municipio de San Alberto</i>	40
Tabla 13. <i>Cantidad de sondeos y apiques por zona en el estudio geotécnico para radio bases de electro Santander</i>	41

Resumen

Título: Práctica empresarial en la empresa Alianza Consultora & ingeniería S.A.S como auxiliar de ingeniería en el área de geotecnia*.

Autor: Diana Paola Plata Mateus.**

Palabras Clave: Práctica, geotecnia, Suelos, Exploración, Sondeos, Ensayos, Análisis.

Descripción

En este artículo se presenta el proceso ejecutado en el trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial realizada en la empresa de consultoría Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S., bien llamada por su nombre abreviado por ALICON & ING S.A.S, empresa que se ha desempeñado desde el año 2012 en geotecnia, minería geológica, gestión territorial, gestión del riesgo, diseño de obras civiles, entre otras áreas de la ingeniería y geología. Dentro de este documento se encuentra la descripción detallada de cada una de las actividades ejecutadas en la práctica tales como ensayos geotécnicos para la clasificación de suelos y determinación de propiedades mecánicas de los suelos, apoyo en informes de exploración geotécnica y los aportes brindados a la empresa como practicante de ingeniería que desde su implementación y que han favorecido a la empresa de los cuales se llevaron a cabo durante la participación de cinco (5) proyectos realizados por la empresa en áreas tales como ordenamiento territorial, estabilidad de taludes, proyectos de riesgo y caracterización de suelos, en los que se realiza una breve descripción y se analiza la situación geotécnica de acuerdo a la problemática que presenta cada uno de los proyectos. Y se destaca que la participación en una práctica empresarial aporta gran formación y una experiencia laboral valiosa para cada estudiante que desea complementar su formación académica.

* Monografía de grado

** Facultad de Ingenierías fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director: Hebenly Celis Leguizamo MSc. en Ciencias en Ingeniería Civil Tutor: Jose Neyith Contreras Sandoval Magister en Geotecnia

Abstract

Title: Internship at Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S as an engineering assistant in the geotechnical área *.

Author: Diana Paola Plata Mateus **

Keywords: Practice, geotechnics, Soils, Exploration, Probes, Tests, Analysis

Description:

This article presents the process executed in the degree work in the business practice modality carried out in the consulting firm Alianza Consultora e Ingeniería SAS, well-known by its name abbreviated by ALICON and ING SAS, a company that has worked since the 2012 in geotechnics, geological mining, territorial management, risk management, civil works design, among other areas of engineering and geology. Within this document is the specific description of each of the activities carried out in practice stories such as geotechnical tests for the classification of soils and determinations of mechanical properties of soils, support in geotechnical exploration reports and the contributions provided to the company as an engineering practitioner that since its implementation and that have favored the company of which are executed during the participation of five (5) projects carried out by the company in areas such as land planning, study stability, risk projects and soil characterization, in which a brief description is made and the geotechnical situation is analyzed according to the problems presented by each of the projects. And it stands out that participation in a business practice provides great training and a valuable work experience for each student who wishes to complement their academic training.

* Monografía de grado

** Facultad de Ingenierías fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director: Hebenly Celis Leguizamo MSc. en Ciencias en Ingeniería Civil Tutor: Jose Neyith Contreras Sandoval Magister en Geotecnia

Introducción

En toda obra civil es fundamental conocer cuáles son las propiedades del suelo en el que se apoyará para así determinar a qué profundidad se podrá cimentar la estructura proyectada de acuerdo a las cargas que soportará. La geotecnia una la rama de la ingeniería civil en la que se determinan las propiedades mecánicas de los suelos a partir de ensayos de campo y de laboratorio.

Realizar el proyecto de grado en modalidad de práctica empresarial en la empresa Alianza Consultora & Ingeniera S.A.S durante 16 semanas permitió fortalecer los conocimientos adquiridos durante la carrera y aplicarlos en proyectos reales, en este caso en el área de la geotecnia, del mismo modo, brindó una experiencia académica y laboral en la que se incrementaron valores del estudiante acordes con la ética profesional.

El propósito principal es de este proyecto es exponer a detalle todas las actividades realizadas durante la práctica las cuales fueron concernientes al área de la geotecnia siendo estas; la recepción de muestras, el apoyo en ensayos de laboratorio, tales como, granulometría, límite líquido, límite plástico, corte directo, la organización de datos, el análisis de resultados, y apoyo en informes del componente geotécnico realizados en proyectos de la empresa obedeciendo a la normatividad vigente NSR-10 Título H, y basándose en las especificaciones del INVIAS del 2013.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar como auxiliar de ingeniería en el área de geotecnia en los proyectos desarrollados por la empresa Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S – ALICON S.A.S.

1.2 Objetivos específicos

Apoyar en actividades realizadas en el laboratorio de suelos tales como recepción de muestras obtenidas en campo, ensayos de granulometría, límites de Atterberg, índice de plasticidad y corte directo fundamentados en normas y especificaciones del INVIAS 2013.

Ayudar en el análisis y revisión los datos obtenidos en laboratorio de suelos.

Colaborar con la elaboración de informes de geotecnia de los proyectos que se realizan en la empresa.

2. Actividades desarrolladas en la práctica empresarial

La empresa Alianza Consultora & Ingeniera S.A.S, bien llamada ALICON & ING S.AS, se encuentra en funcionamiento desde el año 2012 en la ciudad de Bucaramanga, ofreciendo servicios profesionales de consultoría, asesorías e interventoría a instituciones públicas o privadas a nivel nacional en diversas áreas de ingeniería tales como Consultoría Geotécnica, Geológica, Ambiental Minera, Obras civiles, Gestión del riesgo, Planeamiento y ordenamiento territorial, Topografía, entre otras actividades relacionadas con la ingeniería.

Previamente a las actividades realizadas por la practicante, el personal de campo realizó los sondeos y apiques que fueron establecidos en el plan de exploración y las muestras fueron conservadas y transportadas hasta el laboratorio de la empresa teniendo en cuenta lo especificado por la norma INV E 103 – 13, que describe la preparación de muestras de suelo, tal como son recibidas del terreno para el análisis granulométrico y determinación de constantes físicas.

En campo eran tomadas muestras representativas para evaluación de las pruebas deseadas, en el que eran rescatadas cantidades suficientes para realizar los laboratorios necesarios; el material fue embalado y sellado de modo que se conservaron sus condiciones naturales al máximo.

2.1 Recepción de muestras

Posterior a la exploración en campo por parte del personal asignado eran enviadas las muestras tomadas en los puntos designados en el plan de exploración al laboratorio.

Las muestras de campo fueron identificadas con un rótulo en el que se registró el nombre del proyecto, la fecha del muestreo, número y localización de la perforación, profundidad y registro e identificación.

En los proyectos en los que se participó durante la práctica empresarial fue recibido el suelo perforado en bolsas plásticas, selladas con papel aluminio y vinipel con el fin de preservar al máximo la humedad natural y las condiciones in situ, y transportadas en una caja metálica de dimensiones un poco mayores que las de los tubos de pared delgada como se muestra en la **Figura**

1



Figura 1. Recepción de muestras en laboratorio

Las muestras eran separadas cada metro de perforación, y junto con el geólogo encargado se realizaba un examen visual con el fin de unificar estratos con las muestras de características similares (material, humedad, textura, color).



Figura 2. Separación de muestras por estratos

Al separar el suelo por estratos era identificado de acuerdo al sondeo, al número de muestra y profundidad, de modo que en un sondeo puede encontrarse número de muestras como estratos perforados.

2.2 Porcentaje de humedad

El ensayo de humedad fue realizado de acuerdo a la norma INV E 122 - 13 Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras e suelo, roca y mezclas de suelo – agregado, describe el ensayo que realiza para el cálculo de este parámetro.

El material que llegaba de campo que era separado por muestras las cuales se conservaban con humedad natural al máximo, su masa natural era registrada y sometida a calentamiento, proceso por medio del cual se induce calor al material evaporando así el agua contenida.

Inicialmente se tomaba una muestra del suelo húmedo de acuerdo al tamaño máximo de la partícula y este era colocado y pesado en una tara previamente pesada y es identificada con un código.

Como paso a seguir era ubicada la tara con el material en el horno llevándolo a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ y dejado en el horno hasta alcanzar masa constante. Al terminar el tiempo de secado, el material se retiraba del horno y se pesaba de modo que se obtenía la cantidad de suelo seco.

El contenido de agua fue calculado como la diferencia entre la masa de suelo húmedo y la del suelo seco, este valor se divide por la masa de suelo seco y es multiplicado por 100 para obtener el porcentaje de humedad tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\%H = \frac{W_{T+Sh} - W_{T+Ss}}{W_{T+Ss} - W_T} \times 100$$

$$\%H = \frac{W_{agua}}{W_{Ss}} \times 100$$

Donde

$\%H$ = Humedad

W_{T+Sh} = Masa de suelo húmedo en la tara

W_{T+Ss} = Masa de suelo seco en la tara

W_T = Masa de tara

W_{Ss} = Masa de suelo seco

Tabla 1.

Formato de registro de porcentaje de humedad en laboratorio

HUMEDAD (I.N.V.E-122-13)	
Número de tara	Identificación del recipiente
W Tara + S. Hum (g)	Masa de tara y suelo húmedo
W Tara + S. Sec (g)	Masa de tara y suelo seco
W Tara (g)	Masa de tara
W S. Seco (g)	Masa de suelo seco
W Agua (g)	Masa de agua
Humedad %	Porcentaje de humedad

Dentro de las muestras ensayadas en laboratorio se encontró que la duración en el horno para el proceso de secado depende de la cantidad de humedad y del tipo de suelo. Para comprobar que el suelo era secado totalmente, la muestra era dejada en el horno hasta obtener pesadas consecutivas constantes cada hora durante 4 horas.

2.3 Ensayo de granulometría (gradación)

El análisis granulométrico es una manera de clasificación de los suelos por el tamaño de sus partículas mediante una serie de mallas o tamices con diferentes aberturas que hacen referencia al diámetro de las partículas del suelo. (M, 2015)

La norma INV E – 123 - 13 que lleva como título Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos, es la encargada de señalar las especificaciones del ensayo, se determinaba el tamaño del grano apilando los tamices en orden decreciente de arriba abajo, desde la más grande (Tamiz No. 3 con una abertura de 75 mm) a la más pequeña (Tamiz No 200 con una abertura de 75 μ m), posteriormente vertiendo una cantidad de material seco que era agitado para finalmente medir la cantidad de suelo que se acumulaba en cada tamiz y se realizaba los respectivos cálculos para determinar el porcentaje retenido en cada tamiz y el porcentaje de suelo que pasa. (Das B. M., Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013)

En cada proyecto realizado durante la práctica se preparó la muestra para el análisis mecánico. Para determinar el tamaño de la muestra a realizar el ensayo de granulometría se tiene en cuenta el diámetro nominal de las partículas más grandes como se presenta en la **Tabla 2**

Tabla 2.

Porciones mínimas para ensayo de granulometría

Diámetro nominal de las partículas más grandes		Masa mínima de la porción
mm	in	gr
9.5	3/8 "	500
19	3/4 "	1000
25.4	1"	2000
38.1	1 1/2 "	3000

Diámetro nominal de las partículas más grandes		Masa mínima de la porción
50.8	2"	4000
76.2	3"	5000

Al escoger y pesar la cantidad de material para realizar el ensayo de granulometría este era lavado sobre el tamiz No 200 de lavado hasta que quedara la muestra limpia de material fino y el restante que quedaba retenido era colocado en el horno y secado a una temperatura de 110 °C hasta masa constante.

Se organizaban los tamices en orden descendente, se realizaba el procedimiento manual siendo la muestra agitada la pila de tamices circularmente por un tiempo de aproximadamente 2 minutos.



Figura 3. Pila de tamices de laboratorio

Luego de ser agitado el grupo de tamices se pesaban las fracciones obtenidas en cada tamiz. La masa registrada era aquella que quedaba retenida en cada tamiz y se calculaba el porcentaje de masa retenido, el porcentaje de retenido acumulado y el porcentaje que pasa el tamiz.



Figura 4. Toma de datos de granulometría

El formato para tomar los datos de granulometría se presenta en la **Tabla 3** y en laboratorio únicamente se llenaba la columna de peso retenido, al organizar los datos en formato digital se completa la tabla para así determinar el porcentaje que pasa.

Tabla 3.

Formato de registro de datos ensayo de granulometría

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123-13)						
Tamiz		Peso (gr)		Porcentaje (%)		
No.	mm	Ret	Acum	Ret	Pasa	
3.0"	75.0	-	-	-	-	
2"	50.0	-	-	-	-	
1 - 1/2	37.5	-	-	-	-	
1"	25.0	-	-	-	-	
3/4	19.0	-	-	-	-	
3/8	9.5	-	-	-	-	
4	4.75	-	-	-	-	
10	2	-	-	-	-	
20	0.85	-	-	-	-	
40	0.425	-	-	-	-	
60	0.25	-	-	-	-	
140	0.106	-	-	-	-	
200	0.075	-	-	-	-	
Pasa 200		-	-	-	-	

Una vez es era calculado el porcentaje de suelo que pasa cada tamiz se representaba en un gráfico semi-logaritmico con el por ciento más fino como la ordenada (escala aritmética) y el

tamaño de la abertura del tamiz como la abscisa (escala logarítmica). (Das B. M., Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013)

Curva granulométrica: Es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman, se realiza un gráfico entre el tamaño del tamiz y el porcentaje de suelo que pasa a través de dicho tamiz. (Das B. M., Fundamentos de ingeniería geotécnica, 2013)

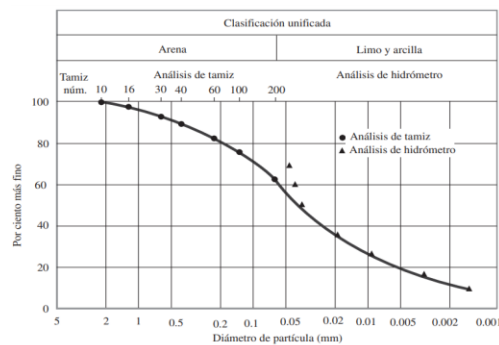


Figura 5. Curva de distribución de tamaño de partícula

La curva de distribución puede representar que tan gradado se encuentra el suelo, cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman, se realizaba un gráfico entre el tamaño del tamiz y el porcentaje de suelo que pasaba a través de dicho tamiz. y se expresaba en la forma de la curva.

- Pobremente gradado: un tipo de suelo en el que la mayoría de los granos son del mismo tamaño.
- Bien gradado: El tamaño de las partículas está distribuido en un amplio rango (Frankie, 2013)

Para cuantificar estas características se calculaban los coeficientes que permiten asociar la distribución de las partículas a una de estas categorías

Coefficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura los cuales ayudan a la interpretación de cómo está gradado un suelo, dando información sobre el equilibrio de los diversos tamaños.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Donde:

Cu= coeficiente de uniformidad

Cc= Coeficiente de curvatura

D₁₀, D₃₀, D₆₀ = El tamaño de partícula para el cual el 10%, 30%, 60% en peso del suelo es menor que él, respectivamente.

Se dice que el suelo es no uniforme o está bien graduado cuando en su composición hay una graduación continua de los tamaños de partículas, de lo contrario se dice que el suelo es uniforme o mal graduado. (Duque Escobar & Duque Escobar, 2017)

Para calcular la cantidad de material se utilizaban las siguientes ecuaciones:

$$\textit{Gravas} = 100\% - \% \textit{ Que pasa el No 4.}$$

$$\textit{Arenas} = 100\% - (\% \textit{ Gravas} + \% \textit{ finos})$$

$$\textit{Finos} = \% \textit{ que pasa No 200}$$

2.4 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg representan un porcentaje en el que el suelo cambia de consistencia de acuerdo a la cantidad de agua que contenga y funciona para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. (INVIAS, Normas y especificaciones , 2013)

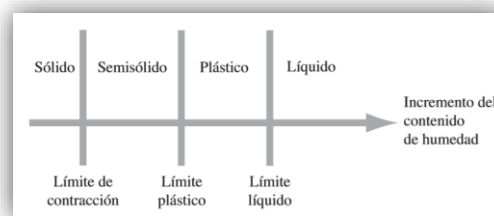


Figura 6. Límites de atterberg

Para los proyectos en los que se hizo parte durante la práctica fueron determinados basados en las especificaciones del Instituto Nacional de Vías del 2013 los límites líquidos y plásticos de las muestras.

2.4.1 Ensayo de límite líquido. Es el porcentaje de humedad en el que el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico (INVIAS, Normas y especificaciones , 2013). La norma INV. E 125 – 13 - Determinación del límite líquido de los suelos describe el procedimiento a seguir para el ensayo.

En el ensayo de límite líquido se tomaba una cantidad de 150 gramos de muestra que pasa el tamiz No 40.

Para determinar el porcentaje de humedad que correspondía al límite líquido se realizaban 3 tanteos con el fin de graficar el número de golpes vs %Humedad e interpolar de modo que en 25 golpes se determina el límite líquido.

El material era humedecido hasta tener la consistencia necesaria para encontrar su límite líquido y este se pasaba por la cazuela de Casagrande con una espátula, y se dividía en dos partes con el ranurador plano que tiene especificaciones técnicas descritas por el INVIAS, y se comenzaba a golpear la cazuela, para el caso de la cazuela de Casagrande eléctrica se programa de modo que la ranura cerraba una longitud de aproximadamente 1 centímetro en 3 intervalos: 25 – 35, 20 – 30 y 15 – 25. Se cambiaba con la cantidad de agua de la muestra para así obtener el cierre en cada intervalo.



Figura 7. Ranurador plano



Figura 8. Cazuela de Casagrande eléctrica

Al acertar el cierre en cada rango se tomaba una cantidad de la muestra de la cazuela y esta se colocaba en una tara que previamente fue identificada con una numeración y se pesa. Con cada tanteo se determinaba el porcentaje de humedad pesando el suelo húmedo, llevando las muestras al horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y finalmente se pesaba el suelo seco y realizando sus respectivos cálculos.

$$\text{Humedad \%} = \frac{\text{Masa del agua}}{\text{Masa del suelo seco}} \times 100$$

Tabla 4.

Formato de registro de ensayo de límite líquido en laboratorio

LÍMITE LÍQUIDO (INV E-125-13)			
Tanteo No	1	2	3
Tara No.	Identificación del recipiente		
W Tara + S. Hum	Masa de tara y suelo húmedo		
W Tara + S. Sec	Masa de tara y suelo seco		
W Tara	Masa de tara		
W S. Seco	Masa de suelo seco		
W Agua	Masa de agua		
Humedad %	Porcentaje de humedad		
No. De Golpes	Numero de golpes de cierre		

Durante la práctica empresarial se presentaron muestras de proyectos en los que se realizó el ensayo en varios intentos y distintas humedades del suelo, el número de golpes para cerrar la ranura siempre fue menor a 25, en estos casos se describió que el suelo es no plástico (NP).

Subsiguiente a obtener las humedades se realiza la curva de fluidez.

Curva de fluidez: Representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la cazuela de bronce, se dibuja en un gráfico semi-logaritmico, con el contenido de agua como ordenada en la escala aritmética y el número de golpes como abscisa en la escala logarítmica. La curva de fluidez es una línea recta promedio que pasa tan cerca, como sea posible, de los tres o más puntos dibujados (INVIAS, Normas y especificaciones , 2013)

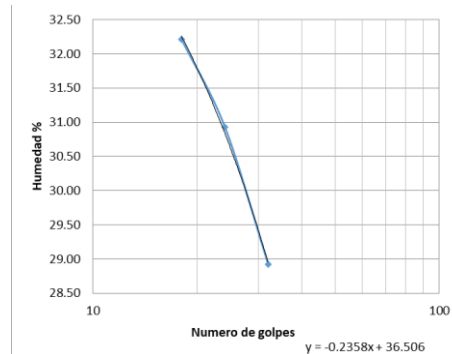


Figura 9. Curva de fluidez

Finalmente, al obtener la ecuación de la recta de la curva de fluidez, se evaluaba en 25 para obtener el porcentaje correspondiente al límite líquido de la muestra.

2.4.2 Ensayo de límite plástico. Límite plástico es el porcentaje de humedad en el que el suelo se halla en el límite entre los estados plástico y semisólido (INVIAS, Normas y especificaciones, 2013). La norma de ensayo INV. E – 126 – 13 - Límite plástico e índice de plasticidad, describe el procedimiento para el ensayo.

El ensayo de límite plástico se realizaba con el mismo tipo de muestra que fue tamizado para el ensayo de límite líquido, es decir, se aplica a una porción de 100 gramos de suelo que pasa el tamiz No 40.

El límite plástico se determinaba presionando la muestra de suelo húmeda de aproximadamente 2.00 gramos con la que se forma una masa elipsoidal sobre una placa de vidrio, seguidamente de formaban rollos de aproximadamente 3 mm de diámetro en toda su longitud de forma manual hasta que con este diámetro se produzca agrietamiento de los rollos, por lo tanto, se tiene que el límite plástico es la humedad más baja con la que se pueden formar rollos de este diámetro.

Se tomaban los rollos agrietados y se colocaban en un recipiente previamente identificado y se calculaba el porcentaje de humedad, en la que se pesaba el suelo húmedo, se llevaban las muestras al horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y finalmente se pesaba el suelo seco y realizando sus respectivos cálculos.

Para realizar el ensayo, la norma INV E 126 -13 describe que se realice el procedimiento en un recipiente adicional, por lo tanto, el límite plástico correspondería al promedio del porcentaje de humedad de las muestras obtenidas en los dos recipientes.

Tabla 5.

Formato de registro de ensayo de límite plástico en laboratorio

LÍMITE PLÁSTICO (INV E-126-07)	
Recipiente	1 2
Tara No.	Identificación del recipiente
W Tara + S. Hum	Masa de tara y suelo húmedo
W Tara + S. Sec	Masa de tara y suelo seco
W Tara	Masa de tara
W S. Seco	Masa de suelo seco
W Agua	Masa de agua
Humedad %	Porcentaje de humedad

Durante la práctica se encontraron proyectos en los que el suelo no permitía formar rollos o casos en los que el límite plástico fue igual o mayor al límite líquido, en estos casos, se determina que no presenta límite plástico (NP).

2.4.3 Índice de plasticidad. Es el rango del contenido de humedad en el que el suelo se comporta plásticamente, la descripción del procedimiento a seguir se encuentra en la norma INV. E – 126 – 13 Límite plástico e índice de plasticidad y se expresa como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

El procedimiento para calcular el índice de plasticidad, deja de ser un procedimiento de laboratorio y pasa a ser un cálculo de oficina, el cual consiste en la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Realizar los ensayos de límites de Atterberg permite realizar correlaciones para el comportamiento ingenieril del suelo y caracterizar el suelo con parámetros como la compacidad, permeabilidad, consistencia, entre otros.

2.5 Ensayo de corte directo

La resistencia al corte de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. El estudio de la resistencia al corte es necesario para analizar los problemas de estabilidad, capacidad de carga, estabilidad de taludes, presión lateral sobre estructuras de retención de tierras, etc. (Republica, 2018)

El ensayo de corte directo consiste en deformar una muestra consolidada y drenada a una velocidad controlada, cerca de un plano de corte. La norma que describe el procedimiento para realizar el ensayo es la INV E – 154 – 13 - Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada.

En los proyectos en los que se realizó el ensayo de corte directo se ensayaron tres muestras obtenidas por cada apique realizado en campo.

Inicialmente se preparó cada muestra en el dispositivo de corte directo el cual se conforma de base acanalada, rejilla, piedra porosa, el espécimen de suelo y un pistón, la cubeta se llenaba de agua de agua y el sistema fue ajustado a la carga de corte de modo que estuviese en contacto sin transmitir fuerza, se verificó que el deformímetro estuviera en cero y se ubicó el sistema de transmisión de carga normal sobre el pistón de carga puesto sobre el espécimen.

Para la consolidación de la muestra, la carga normal se aplicó en varios incrementos, registrando la fuerza normal requerida para alcanzar cada nivel de esfuerzo normal intermedio hasta lograr la consolidación primaria, esta se generó cuando la muestra alcanzó su máxima deformación por carga normal, fue registrada la deformación normal y el lapso de tiempo para alcanzarla a medida que era aplicada la carga. Posteriormente se llevaba a que las muestras alcanzaran el ultimo nivel de esfuerzo normal, registrando cada deformación y tiempo transcurrido.

Al finalizar el procedimiento de consolidación, se registró el desplazamiento normal de la fase de precorte, siendo esta la etapa del ensayo posterior a la estabilización del espécimen bajo la condición de carga de consolidación y se retiraban las cargas normales.

Se continuó con la fase de corte retirando los tornillos de alineamiento, elevando la mitad superior de la caja, separándola de la caja inferior y dando inicio al corte horizontal de modo que

se generaran desplazamientos horizontales a una velocidad relativamente reducida para que el exceso de presión de poros fuese insignificante en la falla.



Figura 10. Equipo de corte directo

La velocidad de corte es definida por la norma de INV E – 151 – 13 como una relación del desplazamiento lateral relativo (d_f) entre el tiempo mínimo hasta la falla (t_f).

$$Rd(mm/min) = \frac{d_f(mm)}{t_f(min)}$$

El tiempo estimado para alcanzar la falla corresponde al tiempo requerido para que el espécimen alcance el 50% de consolidación bajo el máximo incremento de esfuerzo normal. Adicional a esto la norma sugiere un tiempo mínimo de falla de acuerdo a la clasificación SUCS.

Tabla 6.

Tiempo mínimo hasta la falla – INV E 151 -13

Clasificación por el sistema unificado (INV E 182 -13)	Tiempo mínimo hasta la falla (t_f)
SW, SP	10 min

SW-SM, SP-SM, SM	60 min
SC, ML, CL, SP-SC	200 min
MH, CH	1440 min

Y el desplazamiento lateral relativo requerido para fallar el espécimen depende del material y su historial de esfuerzos, sin embargo, la norma sugiere usar como guía $d_f = 10$ mm para el caso de un suelo fino normalmente consolidado; y en los demás casos usar $d_f = 5$ mm.

El equipo contaba con un software en el que se registró cada dato de deformación y fuerza hasta finalmente obtener los parámetros resultantes del ensayo de corte directo como la cohesión y el ángulo de fricción.

2.6 Apoyo en elaboración de informes geotécnicos

En la fase de oficina descrita en la metodología de trabajo de la práctica se participó apoyando en la realización de informes del capítulo denominado exploración geotécnica, donde se presentó la información resumida de los resultados encontrados en campo por el equipo técnico allí presente y los resultados de laboratorio, complementando con algunos cálculos que permiten describir a mayor detalle el suelo de las zonas de estudio.

2.6.1 Clasificación del suelo. En fase de oficina, luego de obtener los resultados de laboratorio se clasificó el suelo de cada zona de estudio de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos a partir del ensayo de granulometría, en el que se determinó la cantidad de gravas, arenas y finos en porcentaje, los coeficientes de uniformidad y de curvatura y los límites de Atterberg.

Como procedimiento de del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos para propósitos de ingeniería se usó la norma INV E – 181 - 13, en la que se clasifica el tipo de suelo de acuerdo a los tamaños de sus partículas, su límite líquido e índice de plasticidad.

Los suelos son generalmente llamados grava, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas dentro del suelo.

El material que es retenido en el tamiz No 3 se denomina cantos y fragmentos de rocas, las gravas es el material resultante de la desintegración natural y abrasión de una roca. En las partículas de arena predominan el cuarzo y el feldespato y es el material que pasa el tamiz No. 4 y queda retenido en el tamiz No. 200. Los limos son las fracciones microscópicas del suelo que consisten en fragmentos de cuarzo muy finos y algunas partículas en forma laminar, de baja o nula plasticidad. Las arcillas son en su mayoría partículas en forma de láminas microscópicas y sub-microscópicas de mica, minerales de arcilla y otros minerales. (Das B. M., Fundamentos de Ingeniería geotécnica, 2013)

La clasificación del suelo se realizó por muestras, es decir, en los diferentes estratos de cada sondeo que fue distribuido en el plan de exploración de los proyectos.

2.6.2 Correlaciones de parámetros ingenieriles (Potencial de expansión, Compacidad, Consistencia). Incluido en el capítulo de exploración geotécnica, fueron determinados algunos parámetros ingenieriles o variables físicas con el fin de describir y complementar la descripción y reconocimiento del suelo en las zonas de estudio.

El potencial de expansión es una característica especial de las arcillas, de una forma u otra, la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo según las condiciones ambientales (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2010). Para determinar el índice de expansión libre se tiene el ensayo que describe la norma INV E – 132 – 13, sin embargo, para efectos de descripción del suelo en la empresa ALICON & ING S.A.S se determina el potencial de expansión a partir de correlaciones con los límites de Atterberg aprobados de igual modo por las especificaciones del INVIAS.

La norma NSR – 10 Título H, presenta en la tabla H.9.1-1 Clasificación de suelos expansivos los valores de límite líquido e índice de plasticidad para definir el potencial de expansión de la muestra de suelo.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Figura 11. Clasificación de suelos expansivos

Otro parámetro que se puede determinar y se hace a partir correlaciones del N de campo y de la clasificación posterior del suelo, es el Grado de Compacidad en caso de suelos arenosos y la consistencia en caso de suelos arcillosos:

- Consistencia: Determina la facilidad relativa con la cual se puede deformar un suelo (INVIAS, Normas y especificaciones , 2013)

Tabla

7.

Consistencia de suelo para suelos arcillosos

Numero de penetración estándar N	Consistencia	Resistencia a compresión kPa
0 a 2	Muy blanda	0 a 25
2 a 5	Blanda	25 a 50
5 a 10	Medio firme	50 a 100
10 a 20	Firme	100 a 200
20 a 30	Muy firme	200 a 400
> 30	Dura	> 400

Nota. Tomado de: (Das B. M., *Principios de ingeniería de cimentaciones, 1999*)

- Compacidad: Expresa el grado de compactación de un suelo que permite el drenaje libre o que es no cohesivo, con respecto a sus condiciones más sueltas y más densas. (INVIAS, Normas y especificaciones, 2013)

Tabla 8.

Compacidad de suelos granulares

Numero de penetración estándar N	Densidad relativa	Estado del suelo
0 a 3	0 a 15	Muy suelto
3 a 8	15 a 35	Suelto
8 a 25	35 a 65	Medio
25 a 42	65 a 85	Denso
42 a 58	85 a 100	Muy denso

Nota. Tomado de: (otros, 1988)

2.6.3 Corrección del N de SPT y Perfil del suelo según NSR – 10. Los perfiles del suelo según la NSR-10 se pueden clasificar tipo A hasta E, a partir de variables como número de golpes, la velocidad de onda de corte, Índice de plasticidad y porcentaje de humedad. El procedimiento que se lleva a cabo en la empresa ALICON & ING S.A.S, se desarrolla de acuerdo a lo descrito en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR – 10, Título A, por lo tanto, se clasifica el tipo de perfil de suelo de la zona de estudio del proyecto con el Numero de golpes corregidos.

3. Descripción de proyectos en los que se participo

Durante la práctica empresarial se desarrollaron diferentes proyectos en la empresa Alianza Consultora e Ingeniería S.A.S en los que fue indispensable realizares exploración geotécnica y el reconocimiento e identificación del suelo que se encontraba en las zonas de estudio de cada uno de los proyectos. Por lo que se apoyó en las actividades correspondientes al laboratorio de suelos y apoyó en informes geotécnicos como se describió anteriormente.

En la empresa ALICON & ING S.A.S los proyectos son llamados por el nombre del contrato, sin embargo, internamente para identificar a que proyecto se hace referencia se hace mediante le nombre del municipio o zona de estudio.

A continuación, se mencionan los proyectos en los que se participó realizando las actividades descritas en el capítulo 5 de este artículo.

3.1 Revisión, actualización y ajuste del componente general y los contenidos del corto, mediano y largo plazo del esquema de ordenamiento territorial E.O.T del municipio de Mogotes, Santander.

El proyecto del municipio de Mogotes consistió en la revisión y ajuste del Esquema de ordenamiento territorial, el cual su última actualización fue en el año 2002; un EOT “Es un procedimiento técnico, participativo y jurídico establecido por la ley 388 de 1997 y sus decretos reglamentarios, con el fin principal de actualizar, modificar o ajustar sus contenidos y normas de

manera que se asegure la construcción efectiva del modelo territorial adoptado por el municipio” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2013)

El producto final es un documento técnico el cual integra el seguimiento y evaluación del EOT vigente, Diagnostico y Formulación para cada componente de suelo (urbano y rural). La etapa en la que se apoyó como practicante fue en el Diagnostico el cual se conforma de diferentes capítulos en los que se describe y muestra cómo se encuentra actualmente el municipio incluyendo en este la exploración geotécnica en la cual se realizaba un reconocimiento e identifica sobre qué tipo de suelo se encuentra el municipio.

Se desarrolló la exploración del subsuelo conforme al plan de exploración en el casco urbano del municipio, en donde fueron realizados 14 sondeos SPT y 14 apiques.

Tabla 9.

Cantidad de sondeos en proyecto del municipio de Mogotes

Sondeos	Apiques	Ubicación
14	14	Mogotes - Santander

El rio Mogoticos atraviesa el casco urbano del municipio de mogotes, por lo tanto, era de esperarse que al realizar los ensayos de laboratorio de límites de Atterberg y se clasificara el suelo, las muestras presentaran resultados de suelos granulares con baja o nula plasticidad, ya que al encontrarse en las inmediaciones de un drenaje de tal magnitud y geomorfológicamente haberse determinado que el casco urbano se encuentra construido sobre el valle del rio Mogoticos, una zona relativamente plana y extensa con algunos contrastes de relieve a diferente altura respecto al rio, produciendo así terrazas de depósitos aluviales el material de la zona sería material en mayor proporción suelos transportados aluvial.

3.2 Estudio geotécnico y de estabilidad por movimientos en masa bodegas zona libre – carrera 12n° 18-37, municipio de San Gil departamento de Santander

El estudio Geotécnico y de estabilidad por movimientos en masa se realizó con el objetivo de determinar las recomendaciones necesarias para garantizar la estabilidad del sector de las bodegas zona libre sobre la carrera 12 N° 18-37 en el municipio de San Gil, del departamento de Santander.

Se proyectaba construir unas bodegas en la parte baja de una ladera, por lo que se tendería que excavar material y estabilizar el talud para garantizar la seguridad un conjunto cerrado que se encuentra en la parte plana sobre la ladera llamado “Las colinas”, por lo que fue indispensable rescatar la mayor información posible del suelo en la zona de estudio.

Fueron realizados 11 sondeos SPT y 11 Apiques, de los cuales se obtuvo un total de 41 muestras distribuidos en toda la zona de estudio incluido el conjunto cerrado.

Tabla 10.

Cantidad de sondeos y apiques en proyecto de las Bodegas en San Gil

Sondeos	Apiques	Ubicación
11	11	San Gil - Santander

En la zona de estudio se encontraron suelos antropogénicos, un relleno de aproximadamente 6 metros de espesor, que se evidencian en los sondeos realizados en al borde del talud y sobre la ladera, conociendo que generalmente estos suelos son de bajas especificaciones técnicas, al momento de construir el conjunto cerrado fue usado este tipo de suelo como “solución” para explanar la ladera y proporcionar estabilidad al talud.

Bajo el material antropogénico y el suelo donde se planeaba a construir las bodegas, se encontraron suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), con humedad natural media, ángulo de fricción bajos y cohesión media entre las partículas, el potencial de expansión del suelo tiende a ser alto, por lo que se recomendó mantener el suelo en estado seco, sin embargo, de acuerdo al número de golpes de penetración estándar, se encuentra que el suelo es de consistencia muy firme.

Sin embargo, para la construcción de las bodegas es indispensable proporcionar estabilidad a este talud sin afectar las viviendas en la parte alta de la ladera, por lo que se el ingeniero geotecnista recomendó la construcción de un muro en concreto reforzado en la parte trasera de las bodegas además de revegetalización con el fin de evitar erosión hídrica generada por la lluvia que golpea directamente el suelo.

3.3 Documento técnico – geología y geomorfología de la cuenca de la quebrada Mijitayo – (Elaboración estudio detallado de riesgo por lahar en la microcuenca de la quebrada Mijitayo, en el municipio de Pasto).

La empresa ALICON &ING S.A.S, hizo parte del proyecto de estudio detallado de riesgo por lahar de la microcuenca de la quebrada Mijitayo realizando el documento técnico de geología y geomorfología de la zona de estudio, siendo este insumo para la realización de los modelos por lahares en la quebrada.

El documento describía la geología y geomorfología, además se identificaron variables y propiedades físicas del material que se transporta por la quebrada. Fueron realizados 17 sondeos y 10 apiques en la zona de estudio de los cuales se realizó ensayo de granulometría, límites de Atterberg y corte directo.

Tabla 11.

Cantidad de sondeos y apiques en proyecto de documento técnico para estudio por lahar en Pasto

Sondeos	Apiques	Ubicación
17	10	Pasto - Nariño

En el proyecto, se identificaron las variables necesarias y fueron entregados al cliente para la posterior realización de modelos geotécnicos e hidráulicos.

En la zona predomina material limoso de baja compresibilidad y arenoso que potencialmente pueden ser materiales de aporte a un evento de tipo lahar.

De este modo, se participó en un proyecto del cual diferentes empresas hacían parte de un gran proyecto final por lo que se reconoce que se trabaja en equipo y la responsabilidad de sacar adelante y con éxito un proyecto es de todos.

3.4 Elaboración del estudio de riesgo detallado por inundación en el municipio de San Alberto - Cesar.

En diferentes zonas del municipio de san Alberto se presentaban eventos de inundación afectando así las construcciones y comunidad que se encuentra expuesta a tal riesgo, por lo tanto, se realizó en cada una de estas zonas un estudio con el fin de proponer obras de mitigación o planes de reubicación para prevenir la continua afectación de la población allí presente.

En San Alberto se realizó la exploración geotécnica de 5 Zonas de estudio las cuales fueron llamadas como se llama el centro poblado o urbanización que se ve afectada a tal inundación:

- San Alberto (Caco Urbano)
- La llana

- Minas
- La Carolina
- Puerto Carreño

En el estudio se finalmente se obtendría la zonificación de las zonas que se encuentran en alto, medio y bajo riesgo por inundación y así proponer obras que mitigaran tal riesgo. Por lo que en el estudio fue necesario incluir el capítulo de exploración geotécnica con el fin de identificar el material que se encuentra en cada zona de estudio en el drenaje de afectación.

Tabla 12.

Cantidad de sondeos y apiques en proyecto de riesgo por inundación en el municipio de San Alberto

Sondeos	Apiques	Ubicación
20	20	San Alberto - Cesar
3	3	La llana
5	5	Minas
5	5	La Carolina
3	3	Puerto Carreño

De igual modo, se encontró gran cantidad de material granular y de baja plasticidad en las zonas cercanas a los drenajes principales en cada zona.

Como solución a la inundación se propuso la construcción de muros en las zonas de desbordamiento, en algunos tramos que se caracterizaron por ser considerables meandros se propondría rectificar el canal y la reubicación de las viviendas que aún se encontrarían en riesgo al realizar las obras de mitigación.

3.5 Estudio geotécnico para la radio base electro Santander Guane – finca el tanque, vereda regadillo

Este proyecto consistió en la revisión de la estabilidad de la zona donde fue construida antenas de telecomunicación o bien llamadas radio base de la empresa ELECTRO SANTANDER que se encuentran en la zona rural de diferentes municipios del departamento de Santander.

Por lo tanto, se realizó la exploración geotécnica dentro de la zona construida de la torre para así identificar los parámetros necesarios para el análisis de estabilidad y asentamientos del suelo realizado por el personal capacitado y así verificar si la profundidad de la cimentación fue la adecuada, de lo contrario informar a la empresa.

Tabla 13.

Cantidad de sondeos y apiques por zona en el estudio geotécnico para radio bases de electro Santander

Sondeos	Apiques	Ubicación
3 / Zona	3/ Zona	Municipios de Santander

4. Principales Aportes

4.1 Implementación de especificaciones de INV E 103 -13

En la empresa Alianza Consultora e Ingeniería S.A.S las muestras de suelo de las perforaciones llegaban como suelo suelto, separadas cada metro en bolsas plásticas con una etiqueta con información limitada.



Figura 12. Recepción de muestras en primer proyecto de participación

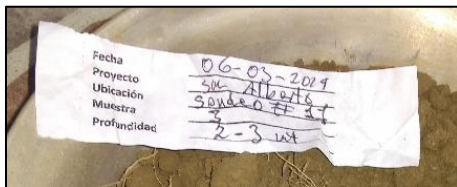


Figura 13. Rotulo antiguo

4.1.1 Instrucción de Norma a personal de campo. Como practicante de la empresa y apoyo del ingeniero civil encargado se implementó y capacitó al personal de campo encargado de la obtención y el transporte de las muestras con la norma INV E 103 - 13, en la que establece métodos para la conservación de las muestras inmediatamente después de obtenidas en el terreno, así como para su transporte y manejo. En la que se menciona 4 métodos y estos son específicos de acuerdo al tipo de proyecto, sin embargo, con el objetivo de mantener las muestras con las condiciones naturales máximas posibles se optó por embalar las muestras en papel aluminio y papel vinipel además de transportarlas en cajas metálicas acanaladas en las que se conservara la forma que salía del tomamuestras de tubo partido.



Figura 14. Recepción de muestras de proyectos posteriores

4.1.2 Rótulos de identificación de muestras Se modificaron los rótulos con los que se identificaban las muestras con el fin de obtener mayor información como nombre del proyecto, fecha, hora, numero de perforación, registro de identificación, profundidad, coordenadas, instrucciones para el transporte, observaciones.

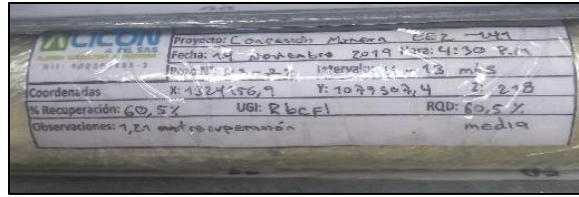


Figura 15. Rotulo actual

4.2 Programación en Microsoft Excel de clasificación de suelo SUCS

Al ver la cantidad de muestras que se recibían en la empresa para realizar ensayos y clasificar los suelos, se optó buscar mayor eficiencia para obtener los resultados. Por lo tanto, para efectos de clasificar los suelos rápidamente se realizó una programación en Microsoft Excel, de modo que al ingresar los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio automáticamente clasificara el suelo de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

5. Conclusiones

Realizar el proyecto de grado con la modalidad de práctica empresarial en la empresa ALICON & ING S.A.S como auxiliar de ingeniería, Permitted afianzar los conocimientos adquiridos durante la carrera en el área de geotecnia, además de brindar experiencia y fomentar en la practicante gran rigor ético como responsabilidad, compromiso y dedicación.

Se apoyó en las actividades de laboratorio como la recepción de muestras enviadas de campo, ensayos de granulometría, límites de Atterberg y corte directo en los proyectos que durante 4 meses llegaron a la empresa ALICON & ING S.A.S completando un total de participación en cinco (5) Proyectos en los que se siguió la metodología aplicada en la empresa que correspondía a lo descrito por la norma INVIAS y el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

Con el acompañamiento y supervisión de un ingeniero civil de la empresa fueron desarrolladas las actividades de la fase oficina, particularmente la clasificación de las muestras de suelo con la metodología SUCS, el apoyo en algunos cálculos y correlaciones de parámetros ingenieriles y elaboración de anexos del informe de exploración geotecnia y se ratificó la importancia que tiene la geotecnia en el éxito de un proyecto.

Se notó la importancia de conocer el suelo e identificar que las diferentes variables y parámetros que pueden interferir y afectar las obras civiles.

Los objetivos propuestos en el plan de proyecto fueron cumplidos en su totalidad durante la práctica empresarial.

Referencias Bibliográficas

- Das, B. M. (1999). *Principios de ingeniería de cimentaciones*. Mexico: Thomson Editores.
- Das, B. M. (2013). Fundamentos de ingeniería geotécnica. En *Análisis Mecánico del suelo* (pág. 39).
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning.
- Das, B. M. (2013). Fundamentos de Ingeniería geotécnica. En *Cap 2. Origen de los depositos del suelo, tamaño de grano y forma* (pág. 28). Cengage Learning.
- Duque Escobar, E., & Duque Escobar, G. (2017). *Geotecnia para el trópico andin*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Frankie. (01 de enero de 2013). *Estudios Geotecnicos*. Obtenido de <http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-3-granulometria-y-parametros-derivados/>
- INVIAS. (2013). Normas y especificaciones. En *Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos* (págs. E -126).
- INVIAS. (2013). Normas y especificaciones. En *Determinación de las masas unitarias máxima y mínima para el cálculo de la densidad relativa INV E - 136 - 13* (págs. E INV 136 - 2).
- INVIAS. (2013). Normas y especificaciones . En *Determinación del límite líquido de los suelos INV - 125 -13* (págs. E 125 -1).
- M. (2015). Metodos de analisis granulometrico. Aplicación al control de la granulometría de materias primas. *Instituto de Tecnología Cerámica, Universidad Jaume I. Castellón*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Septiembre de 2013). *Revisión y Ajustes al Plan de Ordenamiento Territorial (POT - PBOT - EOT)*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/POTPresentacionesGuias/Marco%20General%20para%20la%20Revisi%C3%B3n%20POT.pdf>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2010). Reglamento Colombiano de construcciones sismo-resistentes. NSR-10. En *H.9.1 Suelos expansivos* (págs. H - 49).

otros, J. y. (1988). New correlations of penetration tests for design practice. *Balkema, ISOPT - 1*.

Republica, U. d. (13 de Agosto de 2018). *Facultad de ingeniería - .* (Universidad de la Republica) Obtenido de <https://www.fing.edu.uy/iet/departamentos/depto-de-ingenier%C3%ADa-geot%C3%A9cnica/laboratorio-ensayos-geotecnicos/ensayo-de-corte-dir>