

**INFORME FINAL DE PASANTIA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN  
LA EMPRESA CITEC S.A.S INGENIERÍA Y GEOTECNIA.**



**PRESENTADO POR:  
OLGA LUCÍA TRUJILLO GALÍNDEZ  
CÓD. 100416010544**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN-CAUCA  
2023**



**INFORME FINAL DE PASANTIA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN  
LA EMPRESA CITEC S.A.S INGENIERÍA Y GEOTECNIA.**



**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO  
POR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL  
MODALIDAD PASANTÍA**

**PRESENTADO POR:  
OLGA LUCÍA TRUJILLO GALÍNDEZ  
Cód. 100416010544**

**DIRECTOR:  
ING. LUIS FERNANDO GARCÉS MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN-CAUCA  
2023**



## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1.    Objetivo general.....	11
3.2.    Objetivos específicos.....	11
4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA PASANTIA.....	12
5. ACERCA DE LA EMPRESA.....	13
6. MÉTODOS UTILIZADOS.....	18
7. REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES.....	19
7.1 TRABAJO DE CAMPO.....	20
7.2 TRABAJO DE LABORATORIO.....	38
7.3 TRABAJO DE OFICINA.....	40
8. DURACIÓN DE LA PASANTÍA.....	58
9. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	58
10. DOCUMENTOS A ENTREGAR.....	59
11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	60
12. PRESUPUESTO .....	61
13. CONCLUSIONES.....	62
14. ANEXOS .....	64
15. BIBLIOGRAFÍA.....	65



## LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

- Foto 1.** Área de oficinas
- Foto 2.** Entrada principal
- Foto 3.** Laboratorio
- Foto 4.** Zona de muestras
- Foto 5.** Zona de muestras
- Foto 6.** Área de inmersión
- Foto 7.** Tipos de maquinaria
- Foto 8.** Tipos de maquinaria
- Foto 9.** Ubicación de sondeo #2
- Foto 10.** Ubicación de sondeo #2
- Foto 11.** Ubicación de sondeo #3
- Foto 12.** Ubicación de sondeo #3
- Foto 13.** Etiquetado de muestras
- Foto 14.** Muestras
- Foto 15.** Formato a llenar
- Foto 16.** Ubicación para toma de núcleo
- Foto 17.** Acomodación de equipo
- Foto 18.** Procedimiento
- Foto 19.** Muestra obtenida
- Foto 20.** Procedimiento
- Foto 21.** Procedimiento
- Foto 22.** Profundidad alcanzada
- Foto 23.** Muestras obtenidas
- Foto 24.** Toma de muestras
- Foto 25.** Muestra 1 obtenida
- Foto 26.** Muestra 2 obtenida
- Foto 27.** Obtención de muestra
- Foto 28.** Muestra 3 obtenida



**Foto 29.** Muestras llevadas al laboratorio

**Foto 30.** Ubicación sondeo 1

**Foto 31.** Procedimiento sondeo 1

**Foto 32.** Ubicación sondeo 2

**Foto 33.** Procedimiento sondeo 2

**Foto 34.** Ensayo de percolación

**Foto 35.** Muestra de corte

**Foto 36.** Excavación con palustre

**Foto 37.** Tamizado de la muestra

**Foto 38.** Ubicación sondeo 2

**Foto 39.** Ubicación sondeo 2

**Foto 40.** Muestras obtenidas

**Foto 41.** Procedimiento

**Foto 42.** Vigas para obtención de muestras

**Foto 43.** Zona de muestreo

**Foto 44.** Concreto desde el mixer

**Foto 45.** Cilindros para obtención de muestras

**Foto 46.** Realización del sondeo #4

**Foto 47.** Obtención de muestras tipo shellby

**Foto 48.** Muestras obtenidas

**Foto 49.** Realización del sondeo #3

**Foto 50.** Perforación por rotación

**Foto 51.** Perforación por percusión

**Foto 52.** Zona de emergencia Rosas-Cauca

**Foto 53.** Laderas del río

**Foto 54.** Evaluación de la zona

**Foto 55.** Toma de muestras de corte

**Foto 56.** Zona de estudio



**Foto 57.** Visualización de materiales en laderas

**Foto 58.** Ubicación del sondeo 1A

**Foto 59.** Ubicación del sondeo 1B

**Foto 60.** Ubicación del sondeo 1C

**Foto 61.** Realización del apique

**Foto 62.** Muestra obtenida 1A

**Foto 63.** Muestra obtenida 1B

**Foto 64.** Toma de datos líneas de refracción

**Foto 65.** Zona de estudio

**Foto 66.** Golpes

**Foto 67.** Zona de ensayo

**Foto 68.** Caisson

**Foto 69.** Muestra obtenida de caisson

**Foto 70.** Zona de estudio

**Foto 71.** Procedimiento perforación por rotación

**Foto 72.** Muestra obtenida perforación por rotación

**Foto 73.** Zona de estudio

**Foto 74.** Núcleos extraídos en el ensayo

**Foto 75.** Núcleo obtenido

**Foto 76.** Clasificación de colores

**Foto 77.** Clasificación de colores

**Foto 78.** Clasificación de colores



## LISTADO DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1.** Logo de la empresa
- Ilustración 2.** Diagrama organizacional
- Ilustración 3.** Carta de colores de Munsell
- Ilustración 4.** Formato utilizado para la realización del perfil
- Ilustración 5.** Formato de campo S1
- Ilustración 6.** Formato de campo S1
- Ilustración 7.** Formato de campo S1
- Ilustración 8.** Formato de campo S2
- Ilustración 9.** Formato de campo S2
- Ilustración 10.** Formato de campo S2
- Ilustración 11.** Formato de campo S3
- Ilustración 12.** Formato de campo S4
- Ilustración 13.** Formato de digitalización
- Ilustración 14.** Formato de digitalización
- Ilustración 15.** Formato de digitalización
- Ilustración 16.** Formato de digitalización
- Ilustración 17.** Datos obtenidos de humedad S1
- Ilustración 18.** Digitalización de datos
- Ilustración 19.** Variación de la W<sub>nat</sub> Vs profundidad
- Ilustración 20.** Penetración estándar
- Ilustración 21.** Inconfinadas
- Ilustración 23.** Formato de los límites y granulometría
- Ilustración 24.** Formato de los límites y granulometría
- Ilustración 25.** Fotografías de la zona y muestras
- Ilustración 27.** Propiedades estrato 2
- Ilustración 28.** Propiedades estrato 3
- Ilustración 29.** Propiedades estrato 4
- Ilustración 30.** Dibujo de perfil estratigráfico hecho en AutoCAD



## LISTADO DE TABLAS

**Tabla 1.** Servicios prestados por la empresa

**Tabla 2.** Profundidades de cada sondeo con su N (SPT)



## 1. INTRODUCCIÓN

Por medio del estudio de suelos, se pueden conocer las características particulares de un terreno, lo que resulta indispensable para los distintos proyectos de infraestructura que definen el comportamiento del subsuelo. Obteniendo este tipo de información, se puede prevenir distintos fenómenos de erosión de los suelos, remoción en masa y así también poder dar recomendaciones acerca de los tipos de cimentación posibles asentamientos de terreno y medidas correctivas o preventivas a tomar en caso de encontrar condiciones especiales en el sitio.

Estos estudios dependen del proyecto que se vaya a realizar y de la magnitud del proyecto; obteniendo estos datos se toman las mejores decisiones para el tipo de cimentación que se vaya a utilizar y la profundidad adecuada. Las obras que se desarrollan hoy en día buscan determinar la cimentación apropiada para que la estructura se encuentre totalmente estable y así evitar sobrecostos futuros de reparación y estabilización del terreno en caso de haber establecido una mala cimentación.

El informe se realiza como requisito para el desarrollo del trabajo de grado en modalidad de Práctica Profesional (pasantía). El cargo en la empresa será como auxiliar de Ingeniería Civil en cuanto a estudios de suelos, diseño de estructuras de pavimentos, control de calidad de materiales para la construcción y servicio de laboratorio.

En este documento se encuentra la metodología y cada uno de las actividades realizadas durante la pasantía, adicionalmente se encuentra el cronograma estipulado para cumplir los objetivos propuestos,



## 2. JUSTIFICACIÓN

Los estudios de suelo se encargan de analizar todas las características del terreno y decir si es viable o no realizar el tipo de construcción que se está planteando, también se podrá hacer una estimación de los costos que puede tener la obra en cuanto a materiales, mano de obra y procedimientos que se necesiten realizar en el terreno. Debido a la importancia que tienen estos procesos que se van a llevar a cabo durante las prácticas de pasantía, estos se consideran un complemento primordial para los ingenieros civiles y teniendo la oportunidad de recibir conocimientos prácticos en la empresa CITEC S.A.S., se permitirá al pasante aprovechar los conocimientos que se puedan adquirir en el desarrollo de la práctica y también adquirir la experiencia para el trabajo futuro.

Para el desarrollo del trabajo de grado, bajo la modalidad de pasantía, y cumpliendo con la Resolución FIC – 820 de 2014 (Reglamento de Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería Civil), por la cual se reglamenta el Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo General:

Participar como auxiliar de Ingeniería Civil en la prestación de servicios de interventoría, proveedores de materiales, entidades públicas, control de calidad en obra, estudios y análisis de suelos, control de calidad de materiales para la construcción y servicio de laboratorio.

#### 3.2. Objetivos Específicos:

- Prestar apoyo a la elaboración de diseños geotécnicos de cimentaciones y estructuras.
- Realizar cálculos y verificaciones que cumplan con los criterios establecidos en las normas del INVÍAS y NSR-10.
- Ir a campo para conocer la toma de información, recolección de muestras y manejo de personal en las comisiones que se designen.
- Realizar informes detallados de estudios de suelos para los distintos proyectos que se requieran.
- Realizar análisis de estabilidad de taludes y sus respectivos ensayos de laboratorio.
- Realizar control de calidad y condiciones geotécnicas durante la construcción de obras.



#### 4. INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del pasante**

Olga Lucía Trujillo Galíndez

**Entidad receptora**

CITEC S.A.S ingeniería y geotécnica

**Director de trabajo de grado**

Ing. Luis Fernando Garcés Muñoz

**Tutores por parte de la empresa receptora**

**Ing.** Kelly Johana Aguirre Castro, **Ing.** José Andrés Daza Andrade.  
**Ingenieros geotecnistas**



## 5. ACERCA DE LA EMPRESA



Ilustración 1. Logo de la empresa

La empresa **CITEC S.A.S.** Ingeniería y Geotecnia, se encuentra ubicada en la diagonal 26#26-58 en el barrio Yanaconas, en la ciudad de Popayán, en el municipio del Cauca. Fue creada legalmente el 26 de marzo de 1996 y se identifica con el NIT. 8170001624-4. Ha logrado destacarse por el hecho de brindar un servicio de calidad ya que cuenta con la participación en su mayoría de egresados de la universidad del Cauca.

**Su gerente:** Hugo Edmundo Daza Delgado, Geotecnólogo e Ingeniero Civil, especialista en Vías y Pavimentos egresado de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

El diagrama organizacional de la empresa se encuentra de la siguiente manera:



Elaboró:  
Ing. Juana Daza y Carolina Congote

Aprobó:  
Ing. Hugo Edmundo Daza Delgado

Ilustración 2. Diagrama Organizacional



Dentro de los servicios que presta la empresa se encuentran:

Ítem	Detalle
1	Granulometría
2	Límites de Consistencia
3	Materia Orgánica (Método Colorimetría)
3	Materia Orgánica (Método Ignición)
4	CBR de laboratorio Granular, 3 puntos (Incluye expansión)
5	CBR de laboratorio Fino, 9 puntos (Incluye expansión)
6	CBR de Campo (Incluye expansión)
7	Resistencia al desgaste equipo MicroDeVal
8	Terrones de Arcilla y partículas Delesnables
9	Densidades de Campo (Método Cono y Arena)
10	10% de Finos Estado seco
11	10% de Finos (Relación H/S)
12	Equivalente de Arena
13	Índice de Alargamiento y Aplanamiento
14	Contenido de Humedad
15	Partículas Planas y Largas
16	Caras Fracturadas
17	Proctor Modificado
18	Solidez en sulfatos (Sodio o Magnesio) 5 ciclos
19	Peso específico y absorción gravas por punto
20	Masas unitarias suelto
21	Masas unitarias apisonado
22	Dosificación de materiales granulares: Base, Subbase, Afirmado, Mejoramiento y Rellenos estructurales (Incluye todos los ensayos de caracterización)
23	Desgaste en Máquina de los Ángeles 100 rpm (Seco)
24	Desgaste en Máquina de los Ángeles 500 rpm (Seco)
25	Desgaste en Máquina de los Ángeles 500 rpm (Húmedo)
26	Desgaste en Máquina de los Ángeles 1000 rpm (Seco)

MATERIALES  
(Terraplen, Rellenos, Base, Sub Base, Agregados para Concretos y MDC-2)



27		Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenante mineral
28		Partículas livianas (Ensayo Subcontratado)
29		Contenido de Sales Solubles (Ensayo Subcontratado)
30		Contenido de Sulfatos $SO_4^{=}$ (Ensayo Subcontratado)
31	Suelos y exploración	Sondeos exploratorios en suelos finos metro lineal
32		Sondeos exploratorios en roca metro lineal
33		Sondeos exploratorios coluvion metro lineal
34		Apiques a cielo abierto 80 x 80 x 1.20 m profundidad
35		Peso unitario por medida y peso
36		Peso unitario con muestra parafinada
37		Consolidación rápida
38		Consolidación lenta
39		Expansión libre
40		PDC Penetrómetro dinámico de Cono (Sin Apique)
41		Permeabilidad "in situ" sin incluir perforación
42		Compresión inconfiada
43		Corte directo en suelos cohesivos (UU) por punto (Ensayo Subcontratado)
44		CBR, Toma de muestra inalterada "in situ"
45		CBR, Ensayo sobre muestra inalterada por punto
46	Pavimento Asfáltico	Gravedad Especifica Máxima Teorica Gmm - RICE
47		Contenido de Asfalto
48		Granulometría Agregado de carpeta asfáltica
49		Elaboración y Compactación de Briquetas
50		Toma núcleos sobre carpeta asfáltica (hasta 12cm)
51		Toma núcleos sobre carpeta asfáltica (cm adicional)
52		Estabilidad y Flujo (por Briqueta)
53		Peso Unitario y % de Vacíos (Por Briqueta)
54		Toma muestra carpeta asfáltica o torta asfática
55		Toma, curado y ensayo de cilindros de concreto (Incluye Slump)
56		Toma, curado y ensayo de vigas de concreto (Incluye Slump)
57		Asentamiento de la mezcla de concreto
58		Resistencia a la compresión



59	Concretos	Prueba de Resistencia con Esclerómetro (1 Punto = min 6 Disparos)
60		Diseño de Mezcla de Concreto (Incluye Caracterización y probetas)
61		Ensayo de Vigas a Flexión
62		Toma de Núcleos de Concreto
63		Toma, curado, corte y ensayo de Núcleos de Concreto 1" (1 probeta = 12cm min)
64		Toma, curado, corte y ensayo de Núcleos de Concreto 2" (1 probeta = 12cm min)
65		Toma, curado, corte y ensayo de Núcleos de Concreto 3" (1 probeta = 12cm min)
66		Toma, curado, corte y ensayo de Núcleos de Concreto 6" (1 probeta = 12cm min)
67		Ensayo de Núcleos de concreto (Incluye Corte y refrendado)
68	Unidades de Mampostería	Rotura a compresión de Ladrillos
69		Rotura a flexión de Ladrillos
70		Peso unitario de Ladrillos
71		% Absorción
72		Tasa inicial de Absorción
73		Ensayo de Muretes a compresión
74		Elaboración de probeta para ensayo de Muretes
75	Servicios Complementarios	Alquiler formaleta cilindros (Día)
76		Alquiler formaleta viga (Día)
77		Muestreo en Campo/cantera/proveedor
78		Trituración de material
79		Transporte sector Urbano Popayán (Laboratorio-Obra-Laboratorio)
80		Transporte Fuera de la ciudad

TABLA 1. Servicios prestados por la empresa



## INSTALACIONES DE CITEC S.A.S – ÁREAS DE TRABAJO



**Foto 1** Área de oficinas  
**Fuente:** El Autor



**Foto 2** Entrada principal  
**Fuente:** El Autor



**Foto 3** laboratorio  
**Fuente:** El Autor



**Foto 4** Zona de muestras  
**Fuente:** El Autor



**Foto 5** Zona de muestras  
**Fuente:** El Autor



**Foto 6** Área de inmersión  
**Fuente:** El Autor





**Foto 7** Tipos de maquinaria  
**Fuente:** El Autor



**Foto 8** Tipos de maquinaria  
**Fuente:** El Autor

## 6. MÉTODOS UTILIZADOS

Las prácticas realizadas tanto en campo como en laboratorio facilitan el trabajo para los geotecnistas y cada una de las personas involucradas en el procesamiento de datos en oficina.

El laboratorio se encarga de entregar resultados de cada uno de los estudios que se realizan, de la etapa previa como la obtención de las muestras del suelo.

Mediante los distintos procedimientos se debe procurar adquirir información preliminar suficiente que permita el reconocimiento del suelo y con ayuda de pruebas de clasificación como: límites, granulometrías, plasticidad, humedad, y cada uno de las pruebas, se permita al ingeniero obtener la suficiente información para obtener una idea del suelo que se piensa estudiar.

Dentro de los tipos de exploración que se usa en la empresa Citec SAS con el fin de conocer la composición del subsuelo se tienen:

- Muestreo alterado con cuchara partida e inalterado con tubo shellby.
- Perforaciones con posteadoras, barrenos helicoidales.
- Método de penetración estándar.
- Método de penetración a percusión.
- Método de perforación por rotación.



## 7. REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES

La pasantía en la empresa CITEC S.A.S es demasiado completa ya que se logra la realización de distintas actividades desde el trabajo de campo, seguido de los estudios a las muestras (en laboratorio) y finalmente la realización de los informes en oficina.

Los conocimientos adquiridos en la universidad se pusieron en práctica y con la supervisión de los ingenieros geotecnistas que se encontraban la mayoría del tiempo, las nuevas informaciones y datos se adquirieron fácilmente.

Se resalta que mediante la pasantía se adquirió experiencia en el manejo de personal y de recursos económicos.

Para dar inicio a las actividades realizadas, se tomará el trabajo de campo como primer punto. Se realizan procedimientos para conocer las propiedades físico-mecánicas del suelo como requisito técnico en la construcción distintas obras.

### • ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

Con el fin de hacer un reconocimiento del suelo, se programan un determinado número de sondeos distribuidos que permitan corroborar la orientación y secuencia de la estratigrafía, la capacidad de soporte del mismo para diseño y estructuración de los elementos de cimentación.

Se usan todos los casos las especificaciones y normatividad de la NSR10, la norma ASTM y del Instituto Nacional de Vías (invias).

Los equipos utilizados en este método de ensayo son de perforación manual, que permite grandes profundidades y que en algunos casos se detiene por el rechazo del suelo. Se utiliza la “cuchara partida”, para muestras alteradas y tubo “shellby” para recuperación de muestras tipo inalterada con el fin de realizar el ensayo de compresión inconfinaada.

Cuando se obtienen las muestras, se debe abrir la cuchara partida, hacer registro fotográfico y se procede a rotular la muestra.

### **Dentro de los procesos que se realizan en la zona de estudio se tienen:**

- Primero se inspecciona el sitio y se ubican los puntos donde se realizarán los sondeos, ubicándolos con el cierto requerido.
- Se deben tener en cuenta distintas eventualidades que puedan ocurrir como: el clima, el rechazo del suelo con el sondeo, la determinación de las profundidades donde se puedan sacar los shellby.
- Las muestras se empacan y se rotulan.



- Con las muestras se debe determinar a cuáles hacerles límites y granulometría dependiendo de la cantidad y si se encontraron distintos estratos de suelo.
- A las muestras se les ve colores con el libro de “MUNSELL”

## 7.1 TRABAJO DE CAMPO

La primera salida se realizó en la vía al Huila en el PR:0-300m exactamente, con el fin de realizar unos sondeos que permitieran obtener muestras del suelo, conocer el perfil estratigráfico, y poder sugerir un método para el mejoramiento vial. Se realizaron 3 sondeos en la zona con una profundidad de sondeo de 15m para cada uno y se hicieron mediante perforación mecánica.

A continuación, se encontrarán las fotografías de la zona de estudio:



**Foto 9** Ubicación sondeo 2  
**Fuente:** El Autor



**Foto 10** Ubicación sondeo 2  
**Fuente:** El Autor



**Foto 11** Ubicación sondeo 3  
**Fuente:** El Autor



**Foto 12** Ubicación sondeo 3  
**Fuente:** El Autor



Los trabajos realizados en este caso fueron la toma de datos (coordenadas, altitud, clima), fotografías de la zona y de las muestras obtenidas, etiquetado de las muestras, manejo del personal y recursos económicos.

A continuación, se encontrarán fotografías del formato que se debe llenar, etiquetado de muestras, tablero con muestras y datos importantes.



Foto 13 Etiquetado de muestras  
Fuente: El Autor



Foto 14 Muestras  
Fuente: El Autor

CITEC S.A.S		EXPLORACION Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACION (ENP)										Escala		CL. F.O.S.	
DIRECCION DE PROYECTO:		302 E 301 302 E 304 302 E 306 302 E 308 302 E 310 302 E 312 302 E 314										Formato		1 de 1	
REFERENCIA DEL PROYECTO:		MEJORAMIENTO VIA POPAYAN - Paletara PR: 0-300m										SONDENOS DE SERVIDOR N°:		4991	
MUNICIPIO:		Popayan - Cauca										SONDEO N°:		2	
SECTOR O FR:												FECHA INICIO:		5/12/22	
COORDENADAS:												FECHA FINALIZACION:		15/12/22	
ALTURA:		Poblado										PROFUNDIDAD (m):		1,5mts	
CONDICIONES CLIMATICAS:												TIPO PERFORACION:		Mecanica	
DIAMETRO PERFORACION:															
PROFUNDIDADES	SOLPES (cm)			MUESTRA		RF	RECUPERACION				DESCRIPCION DEL MATERIAL (VISUAL)				
	1	2	3	N°	TIPO		ROD	30	35	40		45	50		
750-790				8	SH								Shelby # 2		
790-910	8	9	8	9	SP								X Suelo fino arenoso de color Rojo con vetas blancas y habano		
	11	12	14												
910-1015	12	14	15	10	SP								X Suelo fino arenoso de color Rojo con vetas habano Rojas y Negras con gravas, guijas		
	17	19	24												
1015-1105	16	18	24	11	SP								X Suelo fino arenoso de color habano con vetas Roja, verde, cafe y habano con puntos Rojos, Negros, Amarillos		
	28	30	30												
1105-1195	22	26	31	12	SP								X Suelo fino arenoso de color Rojo con vetas cafe y Rojo		
	19	22	25												
1195-1285	14	13	11	13	SP								Suelo fino limo arenoso de color habano arenoso con vetas cafe		
	12	13	15												

Foto 15 Formato a llenar  
Fuente: El Autor



En el formato se llena la información general, el número de golpes para la penetración necesaria y se hace una descripción del suelo obtenido con la cuchara partida.

- **TOMA DE NÚCLEOS**

La salida se realizó en la vía Popayán- Paletará en un suelo mejorado con cemento, en el cual se buscaba obtener la resistencia del suelo y si los esfuerzos cumplían con los valores mínimos que exige la norma Invias.



**Foto 16** Ubicación para toma de núcleo  
**Fuente:** El Autor



**Foto 17** Acomodación de equipo  
**Fuente:** El Autor



**Foto 18** Procedimiento  
**Fuente:** El Autor



**Foto 19** Muestra obtenida  
**Fuente:** El Autor



En este caso no fue posible obtener un núcleo del tamaño que se esperaba para poder realizar los ensayos. Se descarta la toma de muestra.

Se procede a cambiar de posición el extractor de núcleos:



**Foto 20** Procedimiento  
**Fuente:** El Autor



**Foto 21** Procedimiento  
**Fuente:** El Autor



**Foto 22** Profundidad alcanzada  
**Fuente:** El Autor



**Foto 23** Muestras obtenidas  
**Fuente:** El Autor

Llegando a una profundidad de 15cm, el perforador comienza a recibir rechazo de parte del suelo y la muestra no se puede obtener debido a la presencia de gravas de gran tamaño.



- **TOMA DE BLOQUES**

El consorcio San Sebastián 064, realiza la solicitud de extracción de muestras tipo bloque (panela), con el fin de medir resistencias en el PR:0+68

En este caso se tomaron 3 muestras con dimensiones de 20cmx20cmx12cm. A continuación, material fotográfico del trabajo realizado:



**Foto 24** Toma de muestras  
**Fuente:** El Autor



**Foto 25** Muestra 1 obtenida  
**Fuente:** El Autor



**Foto 26** Muestra 2 obtenida  
**Fuente:** El Autor



**Foto 27** Obtención de muestras  
**Fuente:** El Autor





**Foto 28** Muestra 3 obtenida  
**Fuente:** El Autor



**Foto 29** Muestras llevadas al laboratorio  
**Fuente:** El Autor

### • EDS PARA PERMISO DE VERTIMIENTOS CAJIBIO-LA VENTA

En este caso la salida de campo fue en La venta-Cajibío, en las coordenadas  $2^{\circ} 35'8''N$ ,  $76^{\circ}33'13'' O$  con altitud de 1850m. Se solicitó un estudio de suelos para permiso de vertimientos en el sector conocido como tecnicafé.

Dentro de los ensayos solicitados se encontraban: 1 ensayo de percolación (permeabilidad), dos sondeos a 6m con dos muestras shellby para cada sondeo y 1 muestra de corte para consolidación.



**Foto 30** Ubicación sondeo 1  
**Fuente:** El Autor



**Foto 31** Procedimiento sondeo 1  
**Fuente:** El Autor





**Foto 32** Ubicación sondeo 2  
Fuente: El Autor



**Foto 33** Procedimiento sondeo 2  
Fuente: El Autor



**Foto 34** Ensayo de percolación  
Fuente: El Autor



**Foto 35** Muestra de corte  
Fuente: El Autor

La muestra de corte se obtuvo con un tubo de 3" de diámetro y se hizo manualmente con ayuda de un mazo.

El ensayo de percolación se hace con el fin de obtener la permeabilidad del suelo. Se realiza primero el apique de 20cm de diámetro x 60cm de profundidad y se procede a hacer el llenado. Cuando ya se estabilice se comienza el llenado nuevamente en 3 tiempos de 10 min. se mide cuantos cm se alcanza a infiltrar el agua. Este procedimiento se realiza las 3 veces y se llena el formato con los tiempos y la profundidad.



- **ENSAYO CONO DE ARENA**

El ensayo se realizó en la vía al Huila en el PR:0+69m en la margen izquierda en el sentido Norte-sur exactamente, con el fin de realizar una prueba de cono de arena que permitiera obtener la densidad del suelo.

Primero se pesa el cono de arena completo, luego se limpia la zona de muestreo, se hinca el molde y se procede a realizar la excavación con ayuda de un palustre, se toma una muestra del suelo extraído y se pasa por el tamiz #3/4. Cuando se llega a la profundidad deseada, se voltea el cono de arena en el orificio hasta que la arena llene completamente el apique realizado. Finalmente, se pesa el cono con la arena restante. También se llevan muestras del suelo extraído durante el ensayo al laboratorio. Finalmente, se llena el formato correspondiente con cada uno de los pesos.



**Foto 36** Excavación con palustre  
**Fuente:** El Autor



**Foto 37** Tamizado de la muestra  
**Fuente:** El Autor

- **REHABILITACIÓN VÍA POPAYÁN - PALETARÁ**

Se realizan 3 sondeos en la vía Popayán – Paletará, con profundidades de sondeo de 6m y dos shellby para cada uno. La perforación se hace de manera manual y se procede a la toma de datos generales y número de golpes necesarios para la perforación deseada.

Estos ensayos se hacen con el fin de construir un muro de contención en esta zona, que permita un mejoramiento en la vía y permita detener masas de suelo u otros materiales sueltos que no se pueden conservar.



A continuación, se encuentra un registro fotográfico de los ensayos realizados:



**Foto 38** Ubicación sondeo 2  
**Fuente:** El Autor



**Foto 39** Ubicación sondeo 2  
**Fuente:** El Autor



**Foto 40** Muestras obtenidas  
**Fuente:** El Autor



**Foto 41** Procedimiento  
**Fuente:** El Autor

Fue muy difícil la realización de los sondeos debido a las condiciones climáticas del sitio, demasiado lluvioso.



## • DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO

Se realizó en la vía lenta entre la glorieta del sector conocido como toscana y la glorieta de catay, en el tramo 5, carril derecho del sentido sur-norte, con un concreto adquirido de geoacopio, con una resistencia de 42MPa.

La muestra se obtiene del chorro del mixer, se transporta con ayuda de una carreta y se procede al llenado de los moldes tipo viga con los protocolos necesarios para el procedimiento adecuado, golpes, cantidad y capas.

A continuación, se encuentra el registro fotográfico:



**Foto 42** Vigas para obtención de muestras  
**Fuente:** El Autor



**Foto 43** Zona de muestreo  
**Fuente:** El Autor

Otra toma de muestras se hizo en la vía Popayán-Paletará, se hizo mediante llenado de cilindros, con 3 capas cada uno y 25 golpes por capa. A continuación, registro fotográfico del procedimiento realizado:



**Foto 44** Concreto desde el mixer  
**Fuente:** El Autor



**Foto 45** Cilindros para obtención de muestras  
**Fuente:** El Autor



- **CONSTRUCCIÓN DE ZODME PARA REALIZACIÓN DE DOBLE CALZADA POPAYÁN-SANTANDER**

Los días 10 y 11 de febrero, se procede a la obtención de muestras con 4 sondeos mediante el método de perforación mecánica, se realiza en la vía que comunica al Municipio de Piendamó con el Municipio de Morales.

Los sondeos se hacen con una profundidad de 6m cada uno. Dentro de los trabajos hechos en esta salida de campo se hace la toma de datos, registro fotográfico, descripción del material obtenido y la rotulación de cada una de las muestras.

A continuación, registro fotográfico del procedimiento realizado:



**Foto 46** Realización del sondeo #4  
Fuente: El Autor



**Foto 47** Obtención de muestra tipo Shelby  
Fuente: El Autor



**Foto 48** Muestras obtenidas  
Fuente: El Autor



**Foto 49** Realización del sondeo #3  
Fuente: El Autor

- **E.D.S PARA ATENCIÓN DE EMERGENCIA ROSAS CAUCA**

El contrato adquirido por la empresa CITEC S.A.S en la emergencia en Rosas–Cauca, estuvo dirigido netamente a la caracterización de materiales que se encontraban en el lugar. En este caso, con el fin de poder obtener la información requerida, se realizaron algunos ensayos como:

- Perforaciones con rotación: debido a la cantidad de macizo rocoso que se encontraba en el lugar se hizo necesaria la intervención de este tipo de perforación. Este ensayo es rotación por lavado, así que no se obtienen muestras inalteradas.



**Foto 50** Perforación por rotación  
**Fuente:** El Autor

- Perforaciones con percusión: con el fin de determinar valores de  $N_{spt}$  y poder obtener también muestras alteradas e inalteradas.



**Foto 51** Perforación por percusión  
**Fuente:** El Autor



Cuando se tienen suelos finos, la máquina de rotación no funciona porque los finos se lavan, entonces en estos casos se usa SPT manual o de percusión con mamut, para sacar muestras inalteradas. En caso de que se encuentre roca, se cambia a equipo de rotación.

En Rosas también se realiza la caracterización de los taludes, esto se hace mediante la toma de muestras de corte directo, extracción de bloques o hincando tubos en los taludes para obtener las muestras.

Se solicitan también una serie de visitas de inspección visual de los taludes del río, la caracterización del material que va saliendo de los caisson, en la construcción de los puentes, ensayos geofísicos: líneas de refracción sísmica a solicitud del cliente.

A continuación, se encuentra un detallado de cada una de las visitas y ensayos en los que se hizo presencia la empresa CITEC S.A.S ingeniería y geotécnica.

- **VISITA N°1**

El día 25 de enero de 2023, en una comisión de 9 personas se llega al sector conocido como la emergencia de Rosas, donde se pretende la construcción de una nueva vía alterna provisional que permita la circulación vehicular entre los departamentos de Nariño y Cauca, ya que esta emergencia ha afectado grandemente la economía de estos lugares y el bienestar de las personas.

En esta vía se construirá un puente militar que permita la conexión de la ruta y CITEC SAS como buen aportante en este caso procede al estudio del lugar.

En esta primera visita se observa que tipo de materiales se encuentran en la zona, y se hace la toma de muestras; muestras de corte directo en los lugares donde se podía, en caso de no poderse hacer se extraían bloques o trozos de roca para para ensayar en laboratorio, también se extraía material del mismo río.



**Foto 52** Zona de emergencia Rosas-Cauca  
**Fuente:** El Autor



**Foto 53** Laderas del río  
**Fuente:** El Autor





**Foto 54** Evaluación de la zona  
**Fuente:** El Autor



**Foto 55** Toma de muestras de corte  
**Fuente:** El Autor



**Foto 56** Zona de estudio  
**Fuente:** El Autor



**Foto 57** Visualización de materiales en laderas  
**Fuente:** El Autor



- **VISITA N°2**

Durante esta visita con el acompañamiento del ingeniero José Daza y una comisión de 6 personas, se procedió a encontrar los puntos en los que se iban a hacer los sondeos para la cimentación del puente.

Indicado el sitio del primer sondeo, se inicia la perforación.

En este caso se tomaron 3 puntos de la zona para poder lograr el sondeo, ya que el suelo era depositado de río y había presencia de rocas de gran tamaño, no fue posible perforar a gran profundidad (máximo 1.20m).

A continuación, se encuentra el registro fotográfico del procedimiento realizado:



**Foto 58** ubicación del sondeo 1A  
**Fuente:** El Autor



**Foto 59** ubicación del sondeo 1B  
**Fuente:** El Autor



**Foto 60** Apique para sondeo 1C  
**Fuente:** El Autor



**Foto 61** Realización del apique  
**Fuente:** El Autor



Las muestras obtenidas se encuentran a continuación:



**Foto 62** Muestra obtenida 1A  
**Fuente:** El Autor



**Foto 63** Muestra obtenida 1B  
**Fuente:** El Autor

- **VISITA N°3**

Se hicieron ensayos geofísicos: líneas de refracción sísmica a solicitud del cliente. Este es un tipo de perforación física, que se realiza por medio de radares, con ondas. Las líneas de refracción sísmica lo que nos arroja es una velocidad de onda. A una platina se le propina un golpe con un mazo y se genera una onda que se convierte finalmente en una velocidad.

A continuación, se encuentra el registro fotográfico del procedimiento realizado:



**Foto 64** Toma de datos líneas de refracción  
**Fuente:** El Autor



**Foto 65** zona de estudio  
**Fuente:** El Autor





**Foto 66** Golpes  
**Fuente:** El Autor



**Foto 67** Zona de ensayo  
**Fuente:** El Autor

#### • VISITA N°4

Para la construcción de los puentes, que en este caso son tipo caisson, se solicita la caracterización del material que va saliendo de cada uno de ellos. Debido a que se están fundiendo sobre roca, se requiere la utilización de unos taladros para perforar. Del material que se va extrayendo, se toman muestras que se caracterizan determinando la resistencia, esto se hace por carga puntual: este ensayo se realiza cuando la muestra es muy pequeña, aquí se monta un pedacito de roca y se le coloca una punta a lado y lado para determinar la resistencia por carga puntual. Otro modo es por compresión simple: donde se extrae un bloque de suelo y de ahí se obtiene un núcleo por medio de una broca, este núcleo se hace cumpliendo la relación de esbeltez, que en este caso fue 5cm de diámetro y 10cm de altura y se ensaya como si fuera una compresión simple normal, se le pone carga y se ensaya.



**Foto 68** Caisson  
**Fuente:** El Autor



**Foto 69** Muestra obtenida de caisson  
**Fuente:** El Autor



Desde el día 13 de febrero hasta el día 18 de febrero, se hizo presencia en el lugar para la realización de un sondeo con el método de rotación por lavado debido a la cantidad de material rocoso en la zona de estudio. Se observa que este es un método bastante tedioso ya que el avance día a día es bastante mínimo por lo denso que se encuentra el material del suelo. Cuando se presenta rechazo se cambia el barreno a una corona para que ayude a tritutar un poco la roca. Con este método se obtuvo muestras del tubo (material fino lavado) y también muestras de núcleo.

Dentro de los trabajos realizados en este caso se encuentran: manejo de personal masculino, toma de datos generales como: clima, coordenadas, altitud. También profundidades, características de las muestras, rotulación, observación de los colores, material fotográfico de la zona y de cada una de las muestras obtenidas.

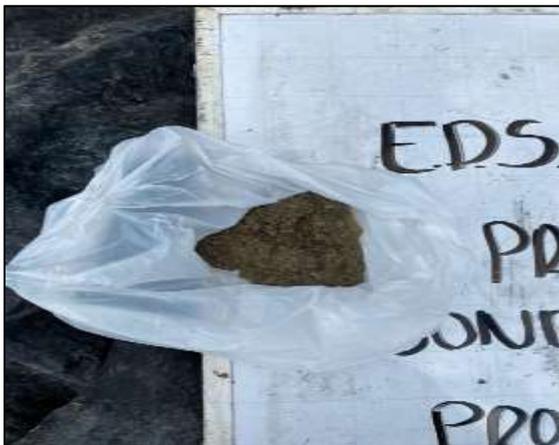
A continuación, se encuentra el registro fotográfico del procedimiento realizado:



**Foto 70** Zona de estudio  
**Fuente:** El Autor



**Foto 71** Procedimiento perforación por rotación  
**Fuente:** El Autor



**Foto 72** Muestra obtenida perforación por rotación  
**Fuente:** El Autor



**Foto 73** Zona de estudio  
**Fuente:** El Autor





**Foto 74** Núcleos extraídos en el ensayo  
**Fuente:** El Autor



**Foto 75** Núcleo obtenido  
**Fuente:** El Autor

### • TRABAJO DE LABORATORIO

Después de la visita de campo y la realización de los ensayos, se deben llevar cada una de las muestras al laboratorio ubicado en el barrio Yanaconas, se inicia con el proceso de determinación de los colores con ayuda de la carta de colores de “MUNSELL”, que permite obtener un código de color para tener más claro el tipo de suelo con el que se va a trabajar.



**Ilustración 3** Carta de colores de MUNSELL  
**Fuente:** El Autor



**Foto 76** Clasificación de colores  
**Fuente:** El Autor



**Foto 77** Clasificación de colores  
**Fuente:** El Autor



**Foto 78** Clasificación de colores  
**Fuente:** El Autor



• TRABAJO DE OFICINA

Después de haber obtenido los datos de campo, se inicia con el procesamiento de ellos en oficina. Con la utilización de formatos elaborados por la empresa en Excel, se comienza la organización de la información.

Teniendo ya el formato de campo y la revisión de los colores de cada una de las muestras, se procede a llenar el siguiente formato:

		INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERÍA- EXPLORACION Y MUESTREO EN EL CAMPO										Código:	GT-CE52			
												Versión:	0			
NORMAS REFERENCIA:										INV E-101						
PROYECTO: EDS PARA MEJORAMIENTO DE VÍA										ODS N°:		355				
FECHA INFORME: 2022-11-09			CONDICIONES CLIMÁTICAS: SOLEADO					SONDEO N°:			1					
MUNICIPIO: PALETARÁ			TIPO PERFORACIÓN: MECÁNICO					PROFUNDIDAD (m):			15					
SECTOR O PR: PR: 0-300 m			DIAMETRO PERFORACIÓN: 2 PULG					FECHA INICIO:			2023-11-09					
COORDENADAS: 2° 26'48"N, 76° 35'19" O			EQUIPO PERFORACIÓN: MECÁNICO-SPT					FECHA FINALIZACIÓN:			2023-11-10					
ALTURA (msnm): 1770			QUIEN DESCRIBE: OLGA LUCÍA TRUJILLO GALÍNDIZ					HOJA:			1 DE 1					
SOLICITÓ:																
PROFUNDIDAD	MUESTRA			GOLPES(6")			N45	% RECUPERACIÓN					DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (VISUAL)	%W		
	m	COLUMNA	N°	TIPO	RQ D	N.F		1	2	3	<2	5			25	50
0																
0.15							0									
0.30							0									
0.45							0									
0.60							0									
0.75				BL			0									
0.90							0									
1.05							0									
1.20							5									
												MATERIAL EXTRAIDO CON HOYADORA	11			

Ilustración 4 Formato utilizado para realización del perfil

Fuente: El Autor

En este formato se coloca la información general: nombre del proyecto, PR, coordenadas, condiciones climáticas, tipo de perforación, profundidad, número de golpes, tipo de muestras, % de recuperación, una columna con el color de muestra, y una descripción del material encontrado.

Como ejemplo se toma el proyecto de mejoramiento de vía en el sector Popayán-Paletará, PR:0-300. Se tienen los siguientes formatos de campo de los 3 sondeos realizados:



Citec S.A.S.										EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (EN)		Código		GL/200			
SOCIÉTICAMENTE										Página		1 de 1					
REFERENCIA DEL PROYECTO: Mejoramiento vía Popayan - Palencia PR-300										CÓDIGO DE SERVICIO: 499		SERVIDOR: 1		FECHA: 1/12/22		FECHA ELABORACIÓN: 3/12/22	
SECTOR O P.R.: Popayan - Cauca										PR O-300m		ALTIMETRIA: 15 mtrs		TIPO PERFORACIÓN: Maquinaria		DIÁMETRO PERFORACIÓN: 2"	
CONDICIONES CLIMÁTICAS: soleado																	
PROFUNDIDAD	SOLPES (P)			MUESTRA			EF	MUESTREO (EN)				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (SUELO)					
m	1	2	3	4"	5"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	20"	25"	30"	35"	40"	
0.00 - 0.20																	
0.20 - 1.20																	
1.20 - 1.90																	
1.90 - 2.60	4	4	5	1	5P												
	6	6	6														
2.60 - 3.30	8	8	10	2	5P												
	11	11	11														
3.30 - 4.40	5	3	8	3	5P												
	11	10	10														
4.40 - 5.50	5	6	6	4	5P												
	10	9	10														
5.50 - 5.90																	

Ilustración 5 Formato de campo S1  
Fuente: El Autor

Citec S.A.S.										EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (EN)		Código		GL/200			
SOCIÉTICAMENTE										Página		1 de 1					
REFERENCIA DEL PROYECTO: Mejoramiento vía Popayan - Palencia PR-300										CÓDIGO DE SERVICIO: 499		SERVIDOR: 1		FECHA: 1/12/22		FECHA ELABORACIÓN: 3/12/22	
SECTOR O P.R.: Popayan - Cauca										PR O-300m		ALTIMETRIA: 15 mtrs		TIPO PERFORACIÓN: Maquinaria		DIÁMETRO PERFORACIÓN: 2"	
CONDICIONES CLIMÁTICAS: nublado																	
PROFUNDIDAD	SOLPES (P)			MUESTRA			EF	MUESTREO (EN)				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (SUELO)					
m	1	2	3	4"	5"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	20"	25"	30"	35"	40"	
5.90 - 6.80	5	6	5	6	5P												
	6	7	6														
6.80 - 8.15	5	5	10	3	5P												
	6	4	6														
	9	12	11														
8.15 - 8.55																	
8.55 - 9.25	6	5	6	4	5P												
	7	9	8														
	11	12															
9.25 - 10.41	5	5	11	10	5P												
	15	10	10														
	10	11															
10.41 - 11.11	3	4	4	14	5P												
	5	6	6														
	7	8															
11.11 - 13.11	4	4	5	14	5P												
	7	7	8														
	10	10															

Ilustración 6 Formato de campo S1  
Fuente: El Autor

Citec S.A.S.										EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (EN)		Código		GL/200			
SOCIÉTICAMENTE										Página		1 de 1					
REFERENCIA DEL PROYECTO: Mejoramiento vía Popayan - Palencia PR-300										CÓDIGO DE SERVICIO: 499		SERVIDOR: 1		FECHA: 1/12/22		FECHA ELABORACIÓN: 3/12/22	
SECTOR O P.R.: Popayan - Cauca										PR O-300m		ALTIMETRIA: 15 mtrs		TIPO PERFORACIÓN: Maquinaria		DIÁMETRO PERFORACIÓN: 2"	
CONDICIONES CLIMÁTICAS: soleado																	
PROFUNDIDAD	SOLPES (P)			MUESTRA			EF	MUESTREO (EN)				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (SUELO)					
m	1	2	3	4"	5"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	20"	25"	30"	35"	40"	
13.11 - 14.33	8	8	10	13	5P												
	12	15	16														
14.33 - 15.14	5	5	6	14	5P												
	8	8															
	9	11	11														
15.14 - 16.11	9	9	10	16	5P												
	10	11	11														
	13	13	13														
	14																
16.11 - 17.51	31	31	20	16	5P												
17.51 - 18.40	23	22	21	17	5P												
	25	26	25														

Ilustración 7 Formato de campo S1  
Fuente: El Autor

Citec S.A.S.										EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (EN)		Código		GL/200			
SOCIÉTICAMENTE										Página		1 de 1					
REFERENCIA DEL PROYECTO: Mejoramiento vía Popayan - Palencia PR-300										CÓDIGO DE SERVICIO: 499		SERVIDOR: 2		FECHA: 3/12/22		FECHA ELABORACIÓN: 3/12/22	
SECTOR O P.R.: Popayan - Cauca										PR O-300m		ALTIMETRIA: 15 mtrs		TIPO PERFORACIÓN: Maquinaria		DIÁMETRO PERFORACIÓN: 2"	
CONDICIONES CLIMÁTICAS: soleado																	
PROFUNDIDAD	SOLPES (P)			MUESTRA			EF	MUESTREO (EN)				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (SUELO)					
m	1	2	3	4"	5"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	20"	25"	30"	35"	40"	
18.40 - 19.11	3	3	4	1	5P												
	3	4	3														
	5																
19.11 - 20.25	3	3	3	2	5P												
	3	3	2														
	4	4	5														
20.25 - 21.55																	
21.55 - 23.45	4	6	6	4	5P												
	6	6	7														
	7	7															
23.45 - 25.00	8	8	9	5	5P												
	11	9	10														
25.00 - 26.00	6	6	5	6	5P												
	8	8															
	8																
26.00 - 27.00	7	6	7	3	5P												
	7	8	9														

Ilustración 8 Formato de campo S2  
Fuente: El Autor



Citec S.A.S.		EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (PT)		Código	GL.F002							
NOMBRE DEL PROYECTO		CÓDIGO DE SERVICIO		Página								
Mejoramiento vía Popayán - Paletara		499		1 de 1								
Popayán - Cauca		2										
FECHA DE INICIO		FECHA FIN										
5/12/22												
COORDENADAS		PROFUNDIDAD										
2° 26' 48" N - 76° 35' 19" O		15mts										
ALTURA		TIPO DE PENETRACIÓN										
1770m		Mecánica										
CONDICIONES CLIMÁTICAS		DIÁMETRO DE PENETRACIÓN										
Nublado		2"										
PROFUNDIDAD	GOLPES (N)			WATER	MP	MEDICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (VERAL)			
=	1	2	3	SP	TRC	ROD	CM	IN	IN	IN	IN	IN
750-790				8	5H							Shelby #2 LL6
790-910	8	9	8	9	5P							X Suelo fino arcilloso de color rosado con velas blancas y habanas. 109R-5/8
	11	12	14									
	19	20										
910-1015	12	14	15	10	5P							Y Suelo fino arcilloso de color rosado con velas habanas Rojas y Negras con gravas gruesas. 2,99R-3/8
	17	19	24									
	24											
1015-1105	16	18	24	11	5P							X Suelo fino arcilloso de color rosado con velas rosadas, verdes, café y habanas con puntas rosas, Rojas, amarillos. 3,59R-6/6
	28	30	30									
1105-1195	23	29	21	12	5P							X Suelo fino arcilloso color rosado con velas café y rosadas. 3,59R-3/6
	18	22	25									
1195-1295	14	13	11	13	5P							X Suelo fino limo arcilloso de color rosado amarillado con velas rosadas. 3,59R-5/8 LL6
	12	13	15									

Ilustración 9 Formato de campo S2  
Fuente: El Autor

Citec S.A.S.		EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (PT)		Código	GL.F002							
NOMBRE DEL PROYECTO		CÓDIGO DE SERVICIO		Página								
Mejoramiento vía Popayán - Paletara		499		1 de 1								
Popayán		2										
FECHA DE INICIO		FECHA FIN										
5/12/22												
COORDENADAS		PROFUNDIDAD										
2° 26' 48" N - 76° 35' 19" O		14.95										
ALTURA		TIPO DE PENETRACIÓN										
1770m		Mecánica										
CONDICIONES CLIMÁTICAS		DIÁMETRO DE PENETRACIÓN										
Nublado		2"										
PROFUNDIDAD	GOLPES (N)			WATER	MP	MEDICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (VERAL)			
=	1	2	3	SP	TRC	ROD	CM	IN	IN	IN	IN	IN
12.95-14.05	5	4	3	14	5P							X Suelo fino limo arcilloso color rosado con velas rosadas y negro. 5,9R-5/8
	4	6	10									
	25	16										
14.05-14.95	22	29	32	15	5P							X Suelo fino limo arcilloso color rosado con velas rosadas y negro. 3,59R-5/6 LL6
	40	42	36									
14.95	62											reclamo

Ilustración 10 Formato de campo S2  
Fuente: El Autor

Citec S.A.S.		EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (PT)		Código	GL.F002							
NOMBRE DEL PROYECTO		CÓDIGO DE SERVICIO		Página								
Mejoramiento vía Popayán - Paletara		499		1 de 1								
Popayán - Cauca		3										
FECHA DE INICIO		FECHA FIN										
09/12/2022		09/12/2022										
COORDENADAS		PROFUNDIDAD										
2° 26' 48" N - 76° 35' 19" O		8.15m										
ALTURA		TIPO DE PENETRACIÓN										
1770m		Mecánica										
CONDICIONES CLIMÁTICAS		DIÁMETRO DE PENETRACIÓN										
Soleado		2"										
PROFUNDIDAD	GOLPES (N)			WATER	MP	MEDICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (VERAL)			
=	1	2	3	SP	TRC	ROD	CM	IN	IN	IN	IN	IN
0-1,35	1	3	1	1	5P							X Suelo fino depositado café con presencia de gravas. 109R-3/6
	1	2	1									
	3	5	6									
1,35-2,25	5	8	7	2	5P							X Suelo fino color café con presencia de finos. 109R-4/6
	9	9										
	8	10										
2,25-2,45				3	5H							X Shelby #1 LL6
2,45-3,85	7	10	11	4	5P							X Suelo fino café con velas habanas. 109R-3/4
	11	12	14									
3,85-4,25	11	11	11	5	5P							X Suelo fino café oscuro con velas rosadas y negras. Suelo saturado. 109R-3/4
	9	8	12									
4,25-5,45	9	11	10	6	5P							X Suelo fino café oscuro con velas rosadas. LL6
	8	8	7									
	8	8										
5,45-6,35				7	5H							X Shelby #2 LL6
6,35-7,95	5	6	7	8	5P							X Suelo fino café oscuro con velas rosadas y naranja. 109R-3/3
	8	8	10									
	12	18										

Ilustración 11 Formato de campo S3  
Fuente: El Autor

Citec S.A.S.		EXPLORACIÓN Y ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (PT)		Código	GL.F002							
NOMBRE DEL PROYECTO		CÓDIGO DE SERVICIO		Página								
Mejoramiento vía Popayán - Paletara		499		1 de 1								
Popayán		3										
FECHA DE INICIO		FECHA FIN										
09/12/22		09/12/22										
COORDENADAS		PROFUNDIDAD										
2° 26' 48" N - 76° 35' 19" O		8.15m										
ALTURA		TIPO DE PENETRACIÓN										
1770m		Mecánica										
CONDICIONES CLIMÁTICAS		DIÁMETRO DE PENETRACIÓN										
Soleado		2"										
PROFUNDIDAD	GOLPES (N)			WATER	MP	MEDICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (VERAL)			
=	1	2	3	SP	TRC	ROD	CM	IN	IN	IN	IN	IN
7,95-8,15	7	7	8	9	20							X Suelo fino café oscuro con velas naranja y negro. 109R-3/6 LL6

Ilustración 12 Formato de campo S4  
Fuente: El Autor



Después, se procede a la realización de los perfiles para cada sondeo, se tienen:

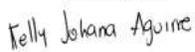
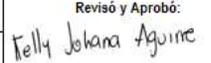
		INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERÍA- EXPLORACION Y MUESTREO EN EL CAMPO										Código: GT-CE52					
												Versión: 0					
NORMAS REFERENCIA:		INV E-101															
PROYECTO: CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ)												ODS N°: 499					
FECHA INFORME: 2022-12-13				CONDICIONES CLIMÁTICAS: SOLEADO				SONDEO N°: 1									
MUNICIPIO: PURACÉ				TIPO PERFORACIÓN: MÁQUINA				PROFUNDIDAD (m): 18.45									
SECTOR O PR: K0+000 HASTA K110+000				DIAMETRO PERFORACIÓN: 2 PULG				FECHA INICIO: 2022-12-02									
COORDENADAS: 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O				EQUIPO PERFORACIÓN: MECÁNICA-SPT				FECHA FINALIZACIÓN: 2022-12-03									
ALTURA (msnm): 1784				QUIEN DESCRIBE: OLGA LUCIA TRUJILLO				HOJA : 1 DE 4									
SOLICITÓ: CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064																	
PROFUNDIDAD		MUESTRA			N.F	GOLPES/(6")			N45	% RECUPERACIÓN					DESCRIPCION DEL MATERIAL (VISUAL)	%W	
m	COLUMNA	N°	TIPO	RQD		1	2	3		<25	25	50	75	100			
0.15																MATERIAL DE RELLENO ANTRÓPICO TIPO SUB BASE	
0.30																	
0.45																	
0.60																	
0.75																	
0.90																	
1.05																	
1.20																	
1.35																	
1.50																	
1.65																	
1.80																	
1.95																	
2.10																	
2.25																	
2.40							4	4	5	9							
2.55																	
2.70																	
2.85		1	SPLIT SPOON			6	6	6	12						X		51
3.00																	
3.15																	
3.30						8	8	10	18								
3.45																	
3.60																	
3.75		2	SPLIT SPOON			11	11	11	22						X		52
3.90																	
4.05																	
4.20						5	7	8	15								
4.35																	
4.50																	
4.65		3	SPLIT SPOON			11	10	10	20					X			58
4.80																	
4.95																	
NOTA: PARA OBTENER LA MUESTRA DE TIPO BOLSA (M. BOLSA) SE HIZO USO DE HOYADORA. LAS TONALIDADES DE SUELO MOSTRADAS EN ESTE PERFIL SON BASADAS EN LA CARTA DE COLORES DE MUNSELL.												Revisó y Aprobó:  KELLY JOHANNA AGUIRRE					
OBSERVACIONES: SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO A UNA PROFUNDIDAD DE 9,95 M																	
Dirección Citec S.A.S: Diag 26 # 26-58 B/ Yanaconas, Popyán, Tel: 836-6256, Celular: 301-601-8569																	

Ilustración 13 Formato de digitalización  
 Fuente: El Autor



		<b>INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERÍA- EXPLORACION Y MUESTREO EN EL CAMPO</b>					<b>Código:</b> GT-CE52										
							<b>Versión:</b> 0										
<b>NORMAS REFERENCIA:</b>		<b>INV E-101</b>															
<b>PROYECTO:</b> CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ)		<b>CONDICIONES CLIMÁTICAS:</b> SOLEADO					<b>ODS N°:</b> 499										
<b>FECHA INFORME:</b> 2022-12-13		<b>MUNICIPIO:</b> PURACÉ					<b>SONDEO N°:</b> 1										
<b>SECTOR O PR:</b> K0+000 HASTA K110+000		<b>TIPO PERFORACIÓN:</b> MÁQUINA					<b>PROFUNDIDAD (m):</b> 18.45										
<b>COORDENADAS:</b> 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O		<b>DIAMETRO PERFORACIÓN:</b> 2 PULG					<b>FECHA INICIO:</b> 2022-12-02										
<b>ALTURA (msnm):</b> 1784		<b>EQUIPO PERFORACIÓN:</b> MECÁNICA-SPT					<b>FECHA FINALIZACIÓN:</b> 2022-12-03										
<b>SOLICITÓ:</b> CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064		<b>QUIEN DESCRIBE:</b> OLGA LUCIA TRUJILLO					<b>HOJA:</b> 2 DE 4										
PROFUNDIDAD m	MUESTRA			N.F	GOLPES/(6")			N45	% RECUPERACIÓN					DESCRIPCION DEL MATERIAL (VISUAL)	%W		
	COLUMNA	N°	TIPO		RQD	1	2		3	<25	25	50	75			100	
5.1					5	6	6	12									
5.25								0									
5.4								0									
5.55		4	SPLIT SPOON		10	9	10	19						X			95
5.7								0									
5.85								0									
6		5	SHELLBY					0						X			58
6.15								0									
6.3								0									
6.45					5	6	5	11									
6.6								0									
6.75								0									
6.9		6	SPLIT SPOON		6	7	6	13						X			58
7.05								0									
7.2								0									
7.35					5	5	10	15									
7.5								0									
7.65								0									
7.8					6	4	6	10									
7.95								0									
8.1								0									
8.25		7	SPLIT SPOON		9	12	11	23						X			62
8.4								0									
8.55								0									
8.7		8	SHELLBY					0						X			54
8.85								0									
9								0									
9.15					6	5	6	11									
9.3								0									
9.45								0									
9.6					7	9	8	17									
9.75								0									
9.9		9	SPLIT SPOON		11	12		12						X			52
10.05								0									
10.2								0									
<b>NOTA:</b> PARA OBTENER LA MUESTRA DE TIPO BOLSA (M. BOLSA) SE HIZO USO DE HOYADORA. LAS TONALIDADES DE SUELO MOSTRADAS EN ESTE PERFIL SON BASADAS EN LA CARTA DE COLORES DE MUNSELL.																	
<b>OBSERVACIONES:</b> SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO A UNA PROFUNDIDAD DE 9,95 M																	
<b>Revisó y Aprobó:</b>  KELLY JOHANNA AGUIRRE																	

**Ilustración 14** Formato de digitalización  
**Fuente:** El Autor



		<b>INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERÍA- EXPLORACION Y MUESTREO EN EL CAMPO</b>				Código: GT-CE52										
						Versión: 0										
NORMAS REFERENCIA:				INV E-101												
PROYECTO: CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ) FECHA INFORME: 2022-12-13 MUNICIPIO: PURACÉ SECTOR O PR: K0+000 HASTA K110+000 COORDENADAS: 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O ALTURA (msnm): 1784 SOLICITÓ: CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064				CONDICIONES CLIMÁTICAS: SOLEADO TIPO PERFORACIÓN: MÁQUINA DIAMETRO PERFORACIÓN: 2 PULG EQUIPO PERFORACIÓN: MECÁNICA-SPT QUIEN DESCRIBE: OLGA LUCIA TRUJILLO				ODS N°: 499 SONDEO N°: 1 PROFUNDIDAD (m): 18.45 FECHA INICIO: 2022-12-02 FECHA FINALIZACIÓN: 2022-12-03 HOJA : 3 DE 4								
PROFUNDIDAD m	MUESTRA			N.F	GOLPES/(6")			N45	% RECUPERACIÓN					DESCRIPCION DEL MATERIAL (VISUAL)	%W	
	COLUMNA	N°	TIPO		RQD	1	2		3	<25	25	50	75			100
0																
10.35						5	5	17	22							
10.5									0							
10.65									0							
10.8						15	10	10	20							
10.95									0							
11.1		10	SPLIT SPOON			10	11		11				X			48
11.25									0							
11.4									0							
11.55						3	4	4	8							
11.7									0							
11.85									0							
12						5	6	6	12							
12.15									0							
12.3		11	SPLIT SPOON			7	8		8				X			55
12.45									0							
12.6									0							
12.75						4	4	5	9							
12.9									0							
13.05									0							
13.2						7	7	8	15							
13.35									0							
13.5		12	SPLIT SPOON			10	10		10				X			64
13.65									0							
13.8									0							
13.95						8	10	10	20							
14.1									0							
14.25									0							
14.4		13	SPLIT SPOON			12	15	16	31				X			62
14.55									0							
14.7									0							
14.85						5	5	6	11							
15									0							
15.15									0							
15.3						8	8	8	16							
15.45									0							

PARA OBTENER LA MUESTRA DE TIPO BOLSA (M. BOLSA) SE HIZO USO DE HOYADORA. LAS TONALIDADES DE SUELO MOSTRADAS EN ESTE

**Ilustración 15** Formato de digitalización  
Fuente: El Autor



		INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPOSITO DE INGENIERÍA- EXPLORACION Y MUESTREO EN EL CAMPO										Código:	GT-CE52			
												Versión:	0			
NORMAS REFERENCIA:										INV E-101						
PROYECTO: CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ)										ODS N°:		499				
FECHA INFORME: 13-dic-22					CONDICIONES CLIMÁTICAS: SOLEADO					SONDEO N°:			1			
MUNICIPIO: PURACÉ					TIPO PERFORACIÓN: MÁQUINA					PROFUNDIDAD (m):			18.45			
SECTOR O PR: K0+000 HASTA K110+000					DIAMETRO PERFORACIÓN: 2 PULG					FECHA INICIO:			2-dic-22			
COORDENADAS: 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O					EQUIPO PERFORACIÓN: MECÁNICA-SPT					FECHA FINALIZACIÓN:			3-dic-22			
ALTURA (msnm): 1784					QUIEN DESCRIBE: OLGA LUCIA TRUJILLO					HOJA :			4 DE 4			
SOLICITÓ: CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064																
PROFUNDIDAD		MUESTRA			N.F	GOLPES/(6")			N45	% RECUPERACIÓN					DESCRIPCION DEL MATERIAL (VISUAL)	%W
m	COLUMNA	N°	TIPO	RQD		1	2	3		<25	25	50	75	100		
0																
15.6								0								
15.75		14	SPLIT SPOON		9	11	11	22						X	CUCHARA VACÍA	
15.9								0								
16.05								0								
16.2					9	9	10	19								
16.35								0								
16.5								0								
16.65					10	11	11	22								
16.8								0								
16.95								0								
17.1					13	13	13	26								
17.25		15	SPLIT SPOON		14			0						X	SUELO FINO ARCILLOSO DE COLOR CAFÉ (7.5YR-4/2) CON VETAS ROSADAS , EN LA PUNTA SE ENCONTRÓ UN SUELO CAFÉ OSCURO.	
17.4								0								
17.55								0								
17.7		16	SPLIT SPOON		31	32	28	50						X	SUELO FINO ARCILLOSO DE COLOR CAFÉ CON VETAS GRISAS (10YR-4/3)	
17.85								0								
18								0								
18.15					23	22	21	43								
18.3								0								
18.45								0								
18.6		17	SPLIT SPOON		25	26	25	50						X	SUELO FINO ARCILLOSO DE COLOR CAFÉ (10YR-4/3) EN LA PUNTA SE ENCONTRÓ UN SUELO DE COLOR NEGRO	
18.75								0								
															FIN DE LA EXPLORACIÓN	

**Ilustración 16** Formato de digitalización  
Fuente: El Autor

Es muy importante tener en cuenta en que profundidad se encuentra el nivel freático y marcarlo en el perfil.

En cuanto a los ensayos de laboratorio de las muestras de materiales recolectadas y rotuladas en campo, se realizan los siguientes: límites de consistencia, contenido de humedad, resistencia del suelo, granulometría etc. Todos los valores obtenidos se colocan en los formatos de Excel suministrados por CITEC S.A.S.

A continuación, se muestra cómo se procede al tratamiento de información:



DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO								Código:	GT-CE45	
NORMAS REFERENCIA:								INV E-122	Version:	0
PROYECTO: Mejorar Vía Popayán - Paletara								OBS N°: 499		
SOLICITÓ: Pr.-300m.								FECHA RECEPCIÓN: 01/12/22		
FECHA EJECUCIÓN: 06/12/22										
SONDADO/ANILLO N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)	RECIPIENTE N°	Vm+Vr (g)	Vs+Vr (g)	PESO RECIPIENTE Vr (g)	W (%)			
S#1	#1	190-280	#13	65.28	44.73	4.79	51.45	OK		
S#1	#2	280-370	#11	67.27	46.30	5.70	51.65	OK		
S#1	#3	370-460	#106	65.81	44.10	6.68	58.02	OK		
S#1	#4	460-550	#237	61.83	33.84	4.40	36.07	OK		
S#1	#6	590-680	#331	58.64	38.65	4.42	58.40	OK		
S#1	#7	680-815	#22	73.13	46.94	5.00	62.45	OK		
S#1	#9	855-995	#191	78.39	52.87	4.18	52.41	OK		
S#1	#10	995-1115	#12E	87.58	60.62	4.89	48.38	OK		
S#1	#11	1115-1235	#19	64.01	42.84	4.00	54.51	OK		
S#1	#12	1235-1355	#332	75.80	48.04	4.39	63.60	OK		
S#1	#13	1355-1475	#28	58.96	38.00	4.28	62.36	OK		
S#1	#14	1580-1730	#175	62.78	41.30	4.84	58.91	OK		
Mejoramiento		110-190	#4D	64.65	57.70	4.89	48.38			
208-Base		030-120	#56	70.88	64.94	4.95	54.51			
S#1	#16	1730-1775	#9A	68.82	48.26	4.54	46.68	OK		
S#1	#17	1775-1845	#3L	66.51	43.43	4.31	59.00	OK		

Ilustración 17. Datos contenidos de humedad S1  
Fuente: El Autor

DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO								Código:	GT-CE45	
NORMAS REFERENCIA:								INV E-122	Version:	0
PROYECTO: CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL)								OBS N°: 499		
CHA INFORME: 2022-11-15								SONDEO N°: 1		
MUNICIPIO: PURACÉ								FECHA RECEPCIÓN: 2022-11-12		
SECTOR O PR: K0+000 HASTA K10+000								FECHA EJECUCIÓN: 2022-11-12		
COORDENADAS: 2°26'48.07"N, 76°35'17.58"O								METODO: A		
ALTURA (msnm): 1784										
SOLICITÓ: CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064										

MUESTRA A N°	IDEN. MUESTRA A	PROF. (m)	RECIPIENTE N°	Vm+Vr (g)	Vs+Vr (g)	PESO RECIPIENTE Vr (g)	W (%)
1	M1	2.80	13	65.28	44.73	4.79	51.45
2	M2	3.70	11	67.27	46.30	5.70	51.65
3	M3	4.60	106	65.81	44.10	6.68	58.02
4	M4	5.50	327	61.83	33.84	4.40	36.07
6	M6	6.80	331	58.64	38.65	4.42	58.40
7	M7	8.55	22	73.13	46.94	5.00	62.45
9	M9	9.95	191	78.39	52.87	4.18	52.41
10	M10	11.15	12E	87.58	60.62	4.89	48.38
11	M11	12.35	19	64.01	42.84	4.00	54.51
12	M12	13.55	332	75.80	48.04	4.39	63.60
13	M13	15.80	28	58.96	38.00	4.28	62.36
14	M14	17.30	175	62.78	41.30	4.84	58.91
16	M16	17.75	9A	68.82	48.26	4.54	46.68
17	M17	18.65	3L	66.51	43.43	4.31	59.00

Ilustración 18 Digitalización de datos  
Fuente: El Autor

De esto se obtiene la siguiente gráfica:

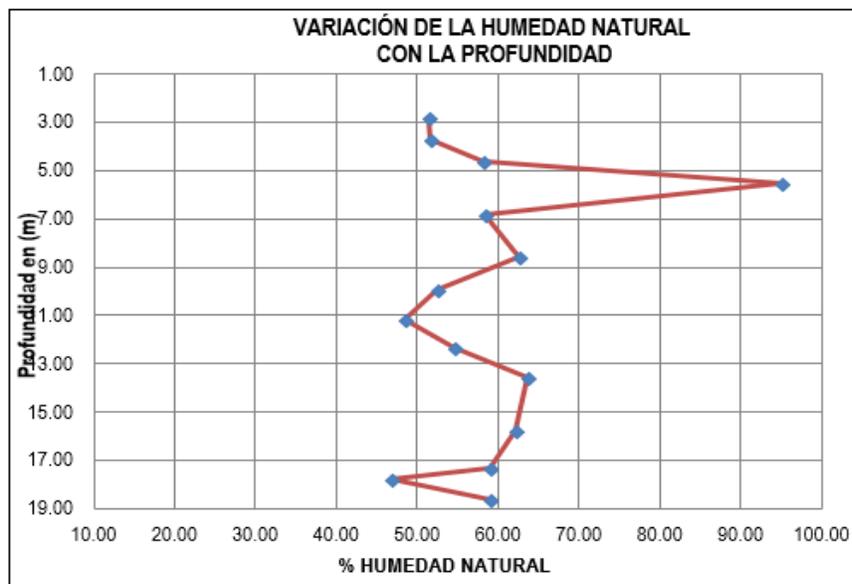


Ilustración 19 Variación de la Wnat Vs profundidad  
Fuente: El Autor



También se cuenta con la gráfica de penetración estándar:

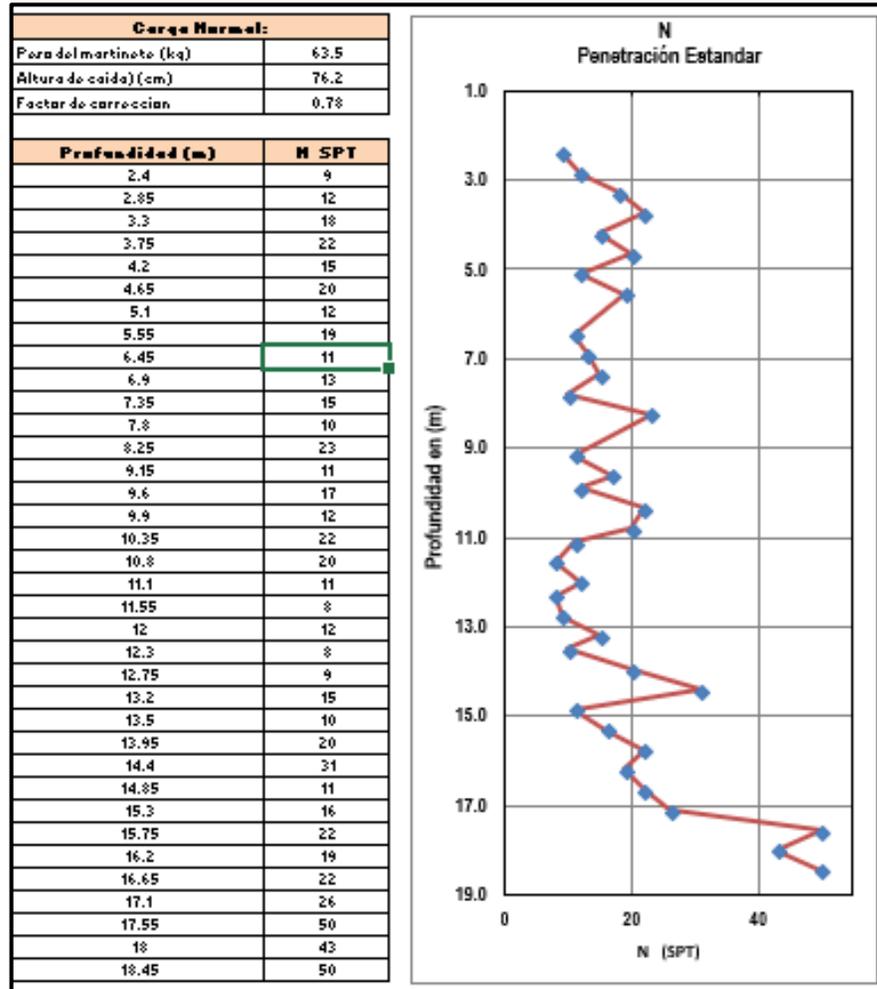


Ilustración 20 Penetración estándar

Fuente: El Autor

Lo siguiente es realizar inconfinas, obteniendo lo siguiente:



	<b>COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS</b>				Código:	GT-CE54																																																																																																																																																																																																																																			
					Versión:	0																																																																																																																																																																																																																																			
<b>NORMAS REFERENCIA:</b>			<b>INV E-152</b>																																																																																																																																																																																																																																						
PROYECTO: CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ)			ODS N°: 499		SONDEO N°: 1.0																																																																																																																																																																																																																																				
FECHA INFORME: 2022-12-20			MUNICIPIO: PURACÉ		FECHA RECEPCIÓN: 2022-12-09																																																																																																																																																																																																																																				
SECTOR O PR: K0+000 HASTA K110+000			COORDENADAS: 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O		FECHA EJECUCIÓN: 2022-12-14																																																																																																																																																																																																																																				
ALTURA (manm): 1784			DESCRIPCIÓN MUESTRA: SUELO FINO ARCILLOSO COLOR GRIS(10YR-5/1)		MUESTRA N°: 4																																																																																																																																																																																																																																				
SOLICITÓ: CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064			PROFUNDIDAD (m): 5,50-5,90		HOJA: 1 DE 2																																																																																																																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DEF.</th> <th rowspan="2">L. DE CARGA</th> <th rowspan="2">DEF. AXIAL (%)</th> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">A. CORREGIDA</th> <th colspan="2">RESISTENCIA</th> </tr> <tr> <th>kg</th> <th>kN</th> <th>cm<sup>2</sup></th> <th>mm<sup>2</sup></th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>kPa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>1</td><td>0.07</td><td>0.612</td><td>0.006</td><td>15.90</td><td>1590.45</td><td>0.038</td><td>3.77</td></tr> <tr><td>10</td><td>1</td><td>0.14</td><td>0.612</td><td>0.006</td><td>15.90</td><td>1590.46</td><td>0.038</td><td>3.77</td></tr> <tr><td>15</td><td>1</td><td>0.21</td><td>0.612</td><td>0.006</td><td>15.90</td><td>1590.47</td><td>0.038</td><td>3.77</td></tr> <tr><td>20</td><td>1</td><td>0.29</td><td>0.612</td><td>0.006</td><td>15.90</td><td>1590.48</td><td>0.038</td><td>3.77</td></tr> <tr><td>40</td><td>1</td><td>0.57</td><td>0.612</td><td>0.006</td><td>15.91</td><td>1590.53</td><td>0.038</td><td>3.77</td></tr> <tr><td>60</td><td>1</td><td>0.86</td><td>0.612</td><td>0.006</td><td>15.91</td><td>1590.57</td><td>0.038</td><td>3.77</td></tr> <tr><td>80</td><td>2</td><td>1.14</td><td>1.224</td><td>0.012</td><td>15.91</td><td>1590.62</td><td>0.077</td><td>7.55</td></tr> <tr><td>100</td><td>2</td><td>1.43</td><td>1.224</td><td>0.012</td><td>15.91</td><td>1590.66</td><td>0.077</td><td>7.54</td></tr> <tr><td>120</td><td>2</td><td>1.71</td><td>1.224</td><td>0.012</td><td>15.91</td><td>1590.71</td><td>0.077</td><td>7.54</td></tr> <tr><td>140</td><td>2</td><td>2.00</td><td>1.224</td><td>0.012</td><td>15.91</td><td>1590.75</td><td>0.077</td><td>7.54</td></tr> <tr><td>160</td><td>3</td><td>2.29</td><td>1.836</td><td>0.018</td><td>15.91</td><td>1590.80</td><td>0.115</td><td>11.32</td></tr> <tr><td>180</td><td>3</td><td>2.57</td><td>1.836</td><td>0.018</td><td>15.91</td><td>1590.84</td><td>0.115</td><td>11.32</td></tr> <tr><td>200</td><td>3</td><td>2.86</td><td>1.836</td><td>0.018</td><td>15.91</td><td>1590.89</td><td>0.115</td><td>11.32</td></tr> <tr><td>220</td><td>3</td><td>3.14</td><td>1.836</td><td>0.018</td><td>15.91</td><td>1590.94</td><td>0.115</td><td>11.32</td></tr> <tr><td>240</td><td>4</td><td>3.43</td><td>2.448</td><td>0.024</td><td>15.91</td><td>1590.98</td><td>0.154</td><td>15.09</td></tr> <tr><td>260</td><td>4</td><td>3.71</td><td>2.448</td><td>0.024</td><td>15.91</td><td>1591.03</td><td>0.154</td><td>15.09</td></tr> <tr><td>280</td><td>4</td><td>4.00</td><td>2.448</td><td>0.024</td><td>15.91</td><td>1591.07</td><td>0.154</td><td>15.09</td></tr> <tr><td>300</td><td>4</td><td>4.29</td><td>2.448</td><td>0.024</td><td>15.91</td><td>1591.12</td><td>0.154</td><td>15.09</td></tr> <tr><td>320</td><td>4</td><td>4.57</td><td>2.448</td><td>0.024</td><td>15.91</td><td>1591.16</td><td>0.154</td><td>15.09</td></tr> <tr><td>340</td><td>4</td><td>4.86</td><td>2.448</td><td>0.024</td><td>15.91</td><td>1591.21</td><td>0.154</td><td>15.08</td></tr> <tr><td>360</td><td>3</td><td>5.14</td><td>1.836</td><td>0.018</td><td>15.91</td><td>1591.25</td><td>0.115</td><td>11.31</td></tr> </tbody> </table>								DEF.	L. DE CARGA	DEF. AXIAL (%)	CARGA		A. CORREGIDA		RESISTENCIA		kg	kN	cm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kPa	5	1	0.07	0.612	0.006	15.90	1590.45	0.038	3.77	10	1	0.14	0.612	0.006	15.90	1590.46	0.038	3.77	15	1	0.21	0.612	0.006	15.90	1590.47	0.038	3.77	20	1	0.29	0.612	0.006	15.90	1590.48	0.038	3.77	40	1	0.57	0.612	0.006	15.91	1590.53	0.038	3.77	60	1	0.86	0.612	0.006	15.91	1590.57	0.038	3.77	80	2	1.14	1.224	0.012	15.91	1590.62	0.077	7.55	100	2	1.43	1.224	0.012	15.91	1590.66	0.077	7.54	120	2	1.71	1.224	0.012	15.91	1590.71	0.077	7.54	140	2	2.00	1.224	0.012	15.91	1590.75	0.077	7.54	160	3	2.29	1.836	0.018	15.91	1590.80	0.115	11.32	180	3	2.57	1.836	0.018	15.91	1590.84	0.115	11.32	200	3	2.86	1.836	0.018	15.91	1590.89	0.115	11.32	220	3	3.14	1.836	0.018	15.91	1590.94	0.115	11.32	240	4	3.43	2.448	0.024	15.91	1590.98	0.154	15.09	260	4	3.71	2.448	0.024	15.91	1591.03	0.154	15.09	280	4	4.00	2.448	0.024	15.91	1591.07	0.154	15.09	300	4	4.29	2.448	0.024	15.91	1591.12	0.154	15.09	320	4	4.57	2.448	0.024	15.91	1591.16	0.154	15.09	340	4	4.86	2.448	0.024	15.91	1591.21	0.154	15.08	360	3	5.14	1.836	0.018	15.91	1591.25	0.115	11.31	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">MEDIDAS DE LA MUESTRA</th> <th>datos muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diámetro:</td> <td>45</td> <td>mm</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>Altura (h):</td> <td>70</td> <td>mm</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Area:</td> <td>15.90</td> <td>cm<sup>2</sup></td> <td>15.90435</td> </tr> <tr> <td>Volumen:</td> <td>111.33</td> <td>cm<sup>3</sup></td> <td>111.33045</td> </tr> </tbody> </table>		MEDIDAS DE LA MUESTRA			datos muestra	Diámetro:	45	mm	4.5	Altura (h):	70	mm	7	Area:	15.90	cm <sup>2</sup>	15.90435	Volumen:	111.33	cm <sup>3</sup>	111.33045
DEF.	L. DE CARGA	DEF. AXIAL (%)	CARGA		A. CORREGIDA		RESISTENCIA																																																																																																																																																																																																																																		
			kg	kN	cm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kPa																																																																																																																																																																																																																																	
5	1	0.07	0.612	0.006	15.90	1590.45	0.038	3.77																																																																																																																																																																																																																																	
10	1	0.14	0.612	0.006	15.90	1590.46	0.038	3.77																																																																																																																																																																																																																																	
15	1	0.21	0.612	0.006	15.90	1590.47	0.038	3.77																																																																																																																																																																																																																																	
20	1	0.29	0.612	0.006	15.90	1590.48	0.038	3.77																																																																																																																																																																																																																																	
40	1	0.57	0.612	0.006	15.91	1590.53	0.038	3.77																																																																																																																																																																																																																																	
60	1	0.86	0.612	0.006	15.91	1590.57	0.038	3.77																																																																																																																																																																																																																																	
80	2	1.14	1.224	0.012	15.91	1590.62	0.077	7.55																																																																																																																																																																																																																																	
100	2	1.43	1.224	0.012	15.91	1590.66	0.077	7.54																																																																																																																																																																																																																																	
120	2	1.71	1.224	0.012	15.91	1590.71	0.077	7.54																																																																																																																																																																																																																																	
140	2	2.00	1.224	0.012	15.91	1590.75	0.077	7.54																																																																																																																																																																																																																																	
160	3	2.29	1.836	0.018	15.91	1590.80	0.115	11.32																																																																																																																																																																																																																																	
180	3	2.57	1.836	0.018	15.91	1590.84	0.115	11.32																																																																																																																																																																																																																																	
200	3	2.86	1.836	0.018	15.91	1590.89	0.115	11.32																																																																																																																																																																																																																																	
220	3	3.14	1.836	0.018	15.91	1590.94	0.115	11.32																																																																																																																																																																																																																																	
240	4	3.43	2.448	0.024	15.91	1590.98	0.154	15.09																																																																																																																																																																																																																																	
260	4	3.71	2.448	0.024	15.91	1591.03	0.154	15.09																																																																																																																																																																																																																																	
280	4	4.00	2.448	0.024	15.91	1591.07	0.154	15.09																																																																																																																																																																																																																																	
300	4	4.29	2.448	0.024	15.91	1591.12	0.154	15.09																																																																																																																																																																																																																																	
320	4	4.57	2.448	0.024	15.91	1591.16	0.154	15.09																																																																																																																																																																																																																																	
340	4	4.86	2.448	0.024	15.91	1591.21	0.154	15.08																																																																																																																																																																																																																																	
360	3	5.14	1.836	0.018	15.91	1591.25	0.115	11.31																																																																																																																																																																																																																																	
MEDIDAS DE LA MUESTRA			datos muestra																																																																																																																																																																																																																																						
Diámetro:	45	mm	4.5																																																																																																																																																																																																																																						
Altura (h):	70	mm	7																																																																																																																																																																																																																																						
Area:	15.90	cm <sup>2</sup>	15.90435																																																																																																																																																																																																																																						
Volumen:	111.33	cm <sup>3</sup>	111.33045																																																																																																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">% DE HUMEDAD NATURAL:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td colspan="2">4D</td> </tr> <tr> <td>Wm+Wr</td> <td>76.33</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Ws+Wr</td> <td>49.24</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente Wr</td> <td>4.89</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Wn</td> <td>61.08</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>								% DE HUMEDAD NATURAL:			Recipiente N°	4D		Wm+Wr	76.33	g	Ws+Wr	49.24	g	Peso Recipiente Wr	4.89	g	Wn	61.08	%																																																																																																																																																																																																																
% DE HUMEDAD NATURAL:																																																																																																																																																																																																																																									
Recipiente N°	4D																																																																																																																																																																																																																																								
Wm+Wr	76.33	g																																																																																																																																																																																																																																							
Ws+Wr	49.24	g																																																																																																																																																																																																																																							
Peso Recipiente Wr	4.89	g																																																																																																																																																																																																																																							
Wn	61.08	%																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">PESOS UNITARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso humedo:</td> <td>220.37</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso seco:</td> <td>136.81</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>P. U. humedo:</td> <td>1.98</td> <td>g/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>P. U. seco:</td> <td>1.23</td> <td>g/cm<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>								PESOS UNITARIOS			Peso humedo:	220.37	g	Peso seco:	136.81	g	P. U. humedo:	1.98	g/cm <sup>3</sup>	P. U. seco:	1.23	g/cm <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																																																			
PESOS UNITARIOS																																																																																																																																																																																																																																									
Peso humedo:	220.37	g																																																																																																																																																																																																																																							
Peso seco:	136.81	g																																																																																																																																																																																																																																							
P. U. humedo:	1.98	g/cm <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																																																																							
P. U. seco:	1.23	g/cm <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Tiempo falla</td> <td>1.5</td> <td>min</td> </tr> <tr> <td>Velocidad deformación</td> <td>3.4</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>								Tiempo falla	1.5	min	Velocidad deformación	3.4	%																																																																																																																																																																																																																												
Tiempo falla	1.5	min																																																																																																																																																																																																																																							
Velocidad deformación	3.4	%																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>EQUIPO N°</td> <td colspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>ANILLO DE CARGA N°</td> <td colspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>K=0.6119 x(LECT. DE CARGA)</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>								EQUIPO N°	1		ANILLO DE CARGA N°	1		K=0.6119 x(LECT. DE CARGA)																																																																																																																																																																																																																											
EQUIPO N°	1																																																																																																																																																																																																																																								
ANILLO DE CARGA N°	1																																																																																																																																																																																																																																								
K=0.6119 x(LECT. DE CARGA)																																																																																																																																																																																																																																									

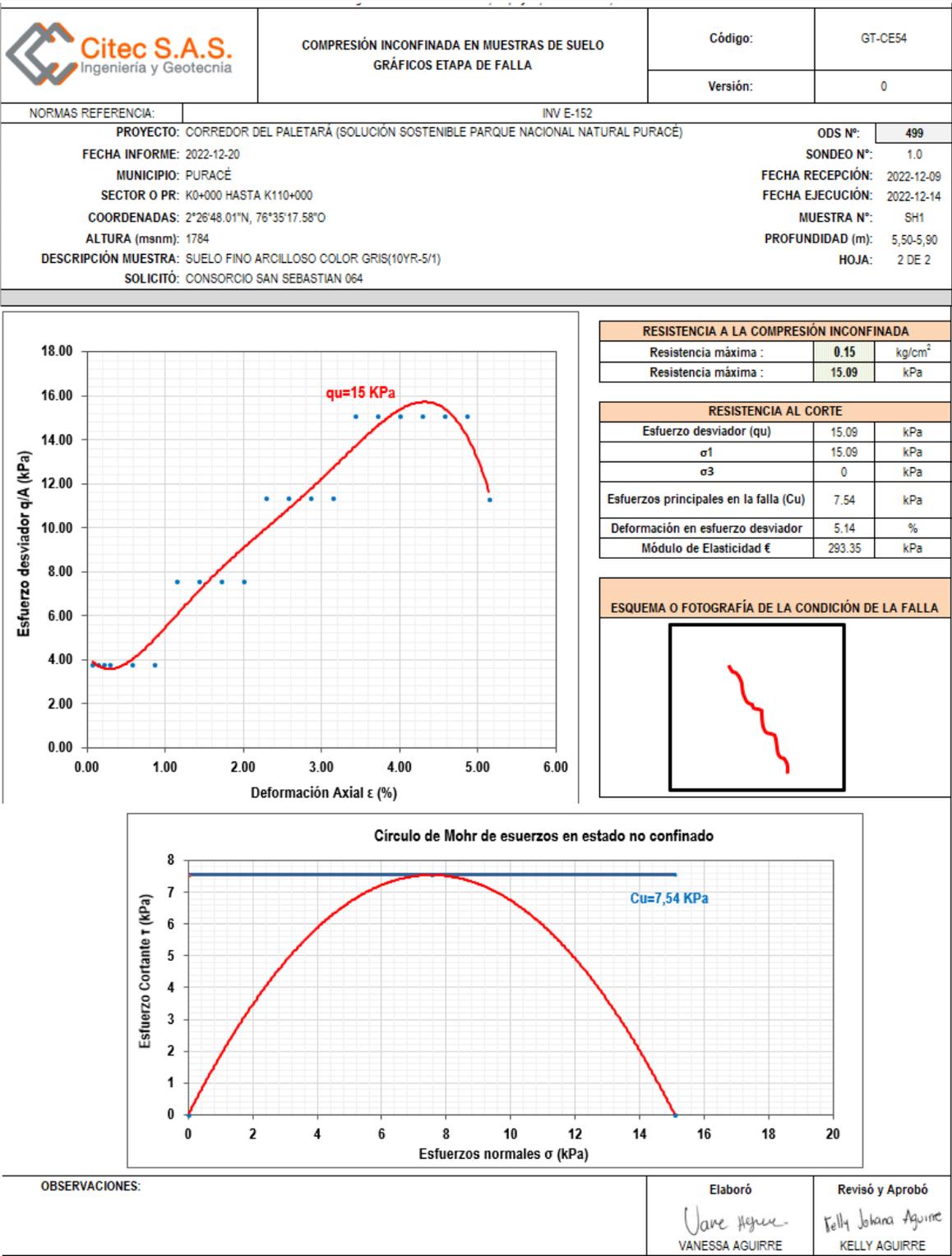
**Ilustración 21** Inconfinadas

**Fuente:** El Autor

En la ilustración 22 se encuentra la compresión inconfinada en muestras de suelo. Dentro de los datos que se introducen aquí se encuentran: recipiente, medidas de la muestra, pesos, lectura de carga y la lectura de carga.

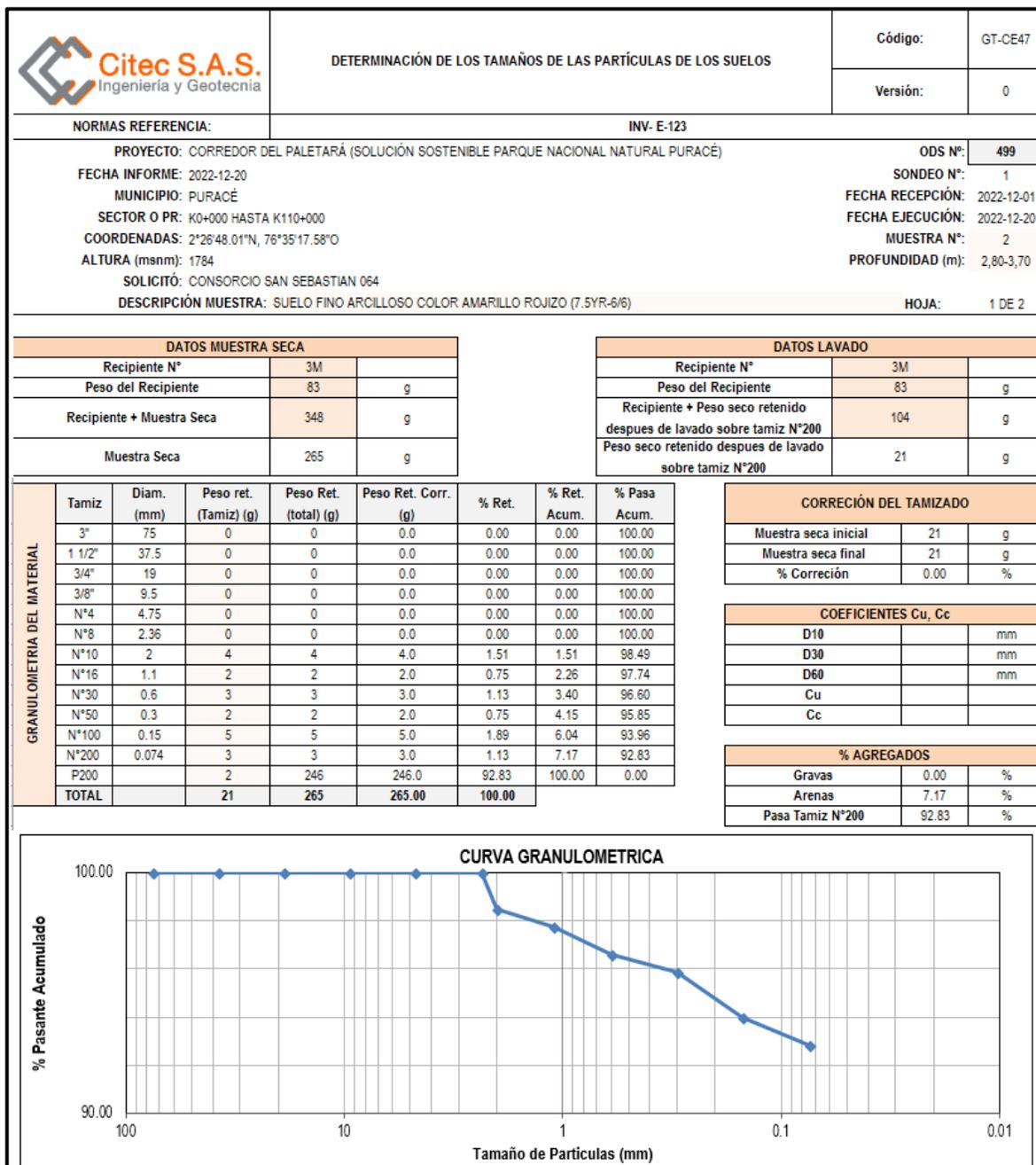
Seguidamente se y tiene la compresión inconfinada en muestras de suelo y los gráficos en la etapa de falla.





**Ilustración 22** Inconfinadas  
**Fuente:** El Autor



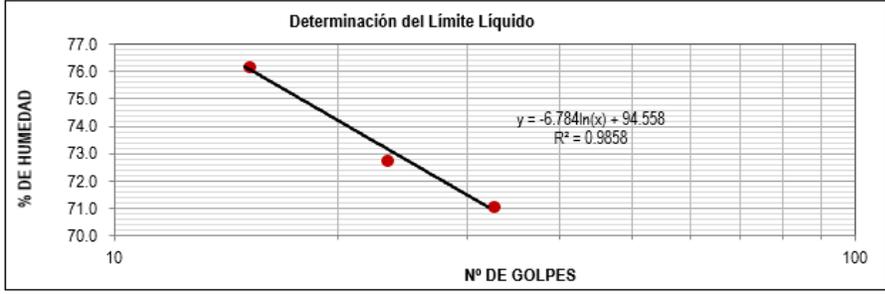
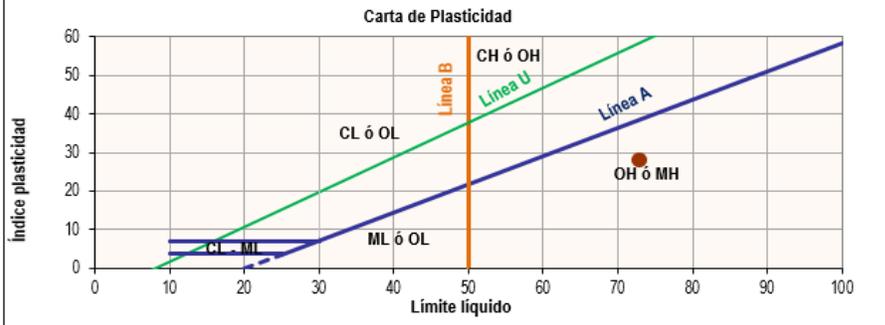


**Ilustración 23** Formato de los límites y granulometria

Fuente: El Autor

En la ilustración 24 se obtiene la granulometría de las muestras obtenidas. Los datos que se necesitan aquí son: recipiente, peso, rec.+ muestra seca, recipiente + peso seco retenido después del lavado y el peso retenido en el tamiz.



	<b>ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE UNA MUESTRA DE SUELO</b>			Código:	GT-CE05		
				Versión:	0		
NORMAS REFERENCIA:		INV- E-125 Y I.N.V.E126					
<b>PROYECTO:</b> CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ)			<b>ODS N°:</b> 499				
<b>FECHA INFORME:</b> 2022-11-21			<b>SONDEO N°:</b> 1				
<b>MUNICIPIO:</b> PURACÉ			<b>MÉTODO LÍMITE LÍQUIDO:</b> Multipunto		<b>FECHA RECEPCIÓN:</b> 2022-12-01		
<b>SECTOR O PR:</b> K0+000 HASTA K110+000			<b>ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO:</b> Manual		<b>FECHA EJECUCIÓN:</b> 2022-12-07		
<b>COORDENADAS:</b> 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O					<b>MUESTRA N°:</b> 2		
<b>ALTURA (msnm):</b> 1784					<b>PROFUNDIDAD (m):</b> 2,80-3,70		
<b>SOLICITÓ:</b> CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064					<b>HOJA:</b> 2 DE 2		
<b>DESCRIPCIÓN MUESTRA:</b> SUELO FINO ARCILLOSO COLOR AMARILLO ROJIZO (7.5YR-6/6)							
		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>		<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		<b>HUMEDAD NATURAL</b>	
N° Golpes		32	23	15			
Recipiente N°		26L	17D	20T	T2	66	
Peso R+MH	g	17.1	17.18	16.45	12.78	13.25	
Peso R+Ms	g	12.02	11.98	11.19	10.14	10.67	
Peso Recip.	g	4.89	4.85	4.3	4.28	4.77	
W	%	71.2	72.9	76.3	45.1	43.7	
						51.7	
<b>Límite Líquido</b>		%	72.7				
<b>Límite Plástico</b>		%	44.4				
<b>Índice de plasticidad</b>		%	28.3				
<b>Coefficiente de correlación</b>			0.99				
		<b>Índice de liquidez</b>	0.3	Estado plástico			
		<b>Índice de consistencia</b>	0.74	Estado sólido			
		<b>Índice de fluidez</b>	-13.73				
<b>Clasificación</b>		<b>Limo alta plasticidad MH</b>					
<b>Determinación del Límite Líquido</b>							
							
<b>Carta de Plasticidad</b>							
							
OBSERVACIONES:				<b>Elaboró</b>  VANESSA AGUIRRE		<b>Revisó y Aprobó</b>  KELLY AGUIRRE	
LOS RESULTADOS CONTENIDOS EN ESTE DOCUMENTO APLICAN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA INGRESADA Y PROCESADA EN LABORATORIO ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN DEL INGENIERO DE CALIDAD DE CITEC S.A.S.							
Dirección Citec S.A.S: Diag 26 # 26-58 B/ Yanaconas, Popayán, Tel:836-6256, Celular: 301-601-8569							

**Ilustración 24** Formato de los límites y granulometria  
**Fuente:** El Autor



La ilustración 21 muestra la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de una muestra de suelo.

Finalmente, se tiene un registro fotográfico del lugar y de cada una de las muestras recolectadas y se añaden al Excel.

	REGISTRO FOTOGRAFICO		Código:	GT-CE27
			Versión:	0
<b>PROYECTO:</b> CORREDOR DEL PALETARÁ (SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARQUE NACIONAL NATURAL PURACÉ) <b>FECHA INFORME:</b> 2022-12-20 <b>MUNICIPIO:</b> PURACÉ <b>SECTOR O PR:</b> K0+000 HASTA K110+000 <b>COORDENADAS:</b> 2°26'48.01"N, 76°35'17.58"O <b>ALTURA (msnm):</b> 1784 <b>SOLICITÓ:</b> CONSORCIO SAN SEBASTIAN 064			ODS N°:	499
			SONDEO N°:	1
			HOJA:	1 DE 4
<b>MUESTRA N°1</b> -PROFUNDIDAD 1.90-2.80m TIPO SPT- MUESTREADOR "SPLIT SPOON"		<b>MUESTRA N°2</b> -PROFUNDIDAD 2.80-3.70m TIPO SPT- MUESTREADOR "SPLIT SPOON"		
				
<b>MUESTRA N°3</b> -PROFUNDIDAD 3.70-4.60m TIPO SPT- MUESTREADOR "SPLIT SPOON"		<b>MUESTRA N°4</b> -PROFUNDIDAD 4.60-5.50m TIPO SPT- MUESTREADOR "SPLIT SPOON"		
<b>UBICACIÓN DEL SONDEO N°1</b>		<b>UBICACIÓN DEL SONDEO N°1</b>		
				

**Ilustración 25** Fotografías de la zona y muestras  
**Fuente:** El Autor

Ahora se realiza una tabla resumen que permita conocer las propiedades encontradas anteriormente, esto lo vemos visualizar en la ilustración 26.



SONDEO N°	PROF. (m)	qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	P.U. Húmedo (Ton/m <sup>3</sup> )	P.U. Seco (Ton/m <sup>3</sup> )	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FIOS (%)	CLASIFICACIÓN (U.S.C)
1	2.80-3.70				51.70	72.70	44.40	28.30	0.00	7.17	92.83	MH
	5.50-5.90	0.15	1.98	1.23	61.08	66.80	42.70	27.10	0.00	6.99	93.01	MH
	6.80-8.15				62.45	61.50	47.30	34.20	0.76	5.68	93.56	MH
	8.15-8.35	2	1.99	1.29	53.89	77.40	47.90	29.40	0.00	10.81	89.19	MH
	11.15-12.35				54.50	67.40	47.30	40.10	0.00	6.99	93.01	MH
	15.80-17.30				58.91	66.00	49.90	38.20	3.46	10.96	85.54	MH
2	17.75-18.65				59.00	66.40	50.00	38.40	0.00	9.45	90.55	MH
	3.05-4.45	0.69	1.78	1.02	74.68	65.10	58.50	36.60	0.00	8.00	92.00	MH
	5.55-6.60				52.60	67.10	50.30	36.80	0.00	8.30	90.70	MH
	7.50-7.90	0.96	2	1.31	52.48	66.10	66.20	32.90	0.00	7.25	92.74	MH
3	11.95-12.85				52.80	66.10	43.10	23.60	0.00	6.15	93.85	MH
	2.55-2.95	1.5	2	1.3	53.80	73.30	42.20	31.10	0.00	8.74	91.26	MH
	4.75-5.95				62.30	69.20	56.80	32.40	0.00	8.58	91.42	MH
	5.95-6.35	0.46	1.79	1.13	69.68	63.20	53.00	30.20	0.00	5.83	94.17	MH
Mínimo	0.15	1.78	1.02	51.70	69.68	42.28	27.18	0.00	5.68	89.19	MH	
Máximo	1.58	2.00	1.31	74.68	99.18	66.28	48.18	3.46	18.99	94.17		
Promedio	0.89	1.92	1.21	58.58	62.84	49.96	32.81	0.39	8.00	91.78		
Desviación Estándar	0.57	0.11	0.12	7.88	9.66	6.81	4.84	0.93	1.72	2.27		
Percentil 85	1.52	2.00	1.30	62.82	88.44	56.89	38.21	0.94	9.52	93.57		
Percentil 96	1.54	2.00	1.31	67.65	88.96	57.99	38.34	0.53	10.48	93.76		

**Ilustración 26** Dibujo de perfil estratigráfico hecho en AutoCad  
Fuente: El Autor

En este caso se definen 4 estratos: En el primero se encontró un material de relleno recientemente usado para conformar la vía, el segundo presenta un material de relleno de consistencia blanda, en el tercero un material de relleno de consistencia media a blanda, y por último el estrato 4 con un suelo natural de color amarillo y rojizo de consistencia blanda a compacta.

Así mismo para los estratos 2,3 y 4, se sacan tablas resumen de cada una de las propiedades:

Estrato 2												
SONDEO N°	PROF. (m)	qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	P.U. Húmedo (Ton/m <sup>3</sup> )	P.U. Seco (Ton/m <sup>3</sup> )	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FIOS (%)	CLASIFICACIÓN (U.S.C)
1	2.80-3.70				51.70	72.70	44.40	28.30	0.00	7.17	92.83	MH
	5.50-5.90	0.15	1.98	1.23	61.08	66.80	42.70	27.10	0.00	6.99	93.01	MH
	6.80-8.15				62.45	61.50	47.30	34.20	0.76	5.68	93.56	MH
	8.15-8.35	2	1.99	1.29	53.89	77.40	47.90	29.40	0.00	10.81	89.19	MH
	11.15-12.35				54.50	67.40	47.30	40.10	0.00	6.99	93.01	MH
	2	3.05-4.45	0.69	1.78	1.02	74.68	65.10	58.50	36.60	0.00	8.00	92.00
3	5.55-6.60				52.60	67.10	50.30	36.80	0.00	8.30	90.70	MH
	7.50-7.90	0.96	2	1.31	52.48	66.10	66.20	32.90	0.00	7.25	92.74	MH
	11.95-12.85				52.80	66.10	43.10	23.60	0.00	6.15	93.85	MH
	2.55-2.95	1.5	2	1.3	53.80	73.30	42.20	31.10	0.00	8.74	91.26	MH
Mínimo	0.15	1.78	1.02	51.70	69.68	42.28	27.18	0.00	5.68	89.19	MH	
Máximo	1.58	2.00	1.30	74.68	99.18	66.28	48.18	3.46	18.99	94.17		
Promedio	0.86	1.94	1.21	58.87	78.57	47.19	32.48	0.11	7.77	92.52		
Desviación Estándar	0.68	0.11	0.13	8.85	8.69	5.58	4.76	0.29	1.64	1.58		
Percentil 85	1.54	2.00	1.30	63.67	85.33	48.96	36.95	0.88	8.95	93.87		
Percentil 96	1.56	2.00	1.30	67.34	86.82	52.14	38.88	0.38	9.57	93.23		

**Ilustración 27** Propiedades estrato 2  
Fuente: El Autor



Estrato 3												
SONDEO N°	PROF. (m)	qu (Kg/cm2)	P.U. Húmedo (Ton/m3)	P.U. Seco (Ton/m3)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	CLASIFICACIÓN (U.S.C)
1	15.80-17.30				58.91	88.00	49.80	38.20	3.46	10.99	85.54	MH
	17.75-18.65				59.00	88.40	50.00	38.40	0.00	9.45	90.55	MH
3	4.75-5.95				62.30	89.20	56.80	32.40	0.00	8.58	91.42	MH
	5.95-6.35	0.46	1.79	1.13	69.88	83.20	53.00	30.20	0.00	5.83	94.17	MH
Mínimo		0.46	1.79	1.13	58.91	83.20	49.80	38.20	0.00	5.83	85.54	MH
Máximo		0.46	1.79	1.13	69.88	89.20	56.80	38.40	3.46	10.99	94.17	
Promedio		0.46	1.79	1.13	62.52	87.20	52.40	34.80	0.87	8.71	90.42	
Desviación Estándar					5.15	2.71	3.28	4.14	1.73	2.16	3.68	
Percentil 85		0.46	1.79	1.13	66.47	88.84	55.09	38.31	1.90	10.30	92.93	
Percentil 90		0.46	1.79	1.13	67.81	88.96	55.66	38.34	2.42	10.53	93.35	

**Ilustración 28** Propiedades estrato 3

Fuente: El Autor

Estrato 4												
SONDEO N°	PROF. (m)	qu (Kg/cm2)	P.U. Húmedo (Ton/m3)	P.U. Seco (Ton/m3)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	CLASIFICACIÓN (U.S.C)
2	5.55-6.60				52.60	87.10	50.30	36.80	0.00	9.30	90.70	MH
	7.50-7.90	0.96	2	1.31	52.49	99.10	66.20	32.90	0.00	7.26	92.74	MH
	11.95-12.85				52.80	66.70	43.10	23.60	0.00	6.15	93.85	MH
Mínimo		0.96	2.00	1.31	52.49	66.70	43.10	23.60	0.00	6.15	90.70	MH
Máximo		0.96	2.00	1.31	52.80	99.10	66.20	36.80	0.00	9.30	93.85	
Promedio		0.96	2.00	1.31	52.63	84.30	53.20	31.10	0.00	7.57	92.43	
Desviación Estándar					0.16	16.38	11.82	6.78	0.00	1.60	1.60	
Percentil 85		0.96	2.00	1.31	52.74	95.58	61.43	35.63	0.00	8.69	93.52	
Percentil 90		0.96	2.00	1.31	52.76	96.70	63.02	36.02	0.00	8.89	93.63	

**Ilustración 29** Propiedades estrato 4

Fuente: El Autor

A continuación, se presenta un cuadro resumen donde se muestra los valores de N de campo (SPT) de penetración estándar de los sondeos realizados por la firma CITEC S.A.S.

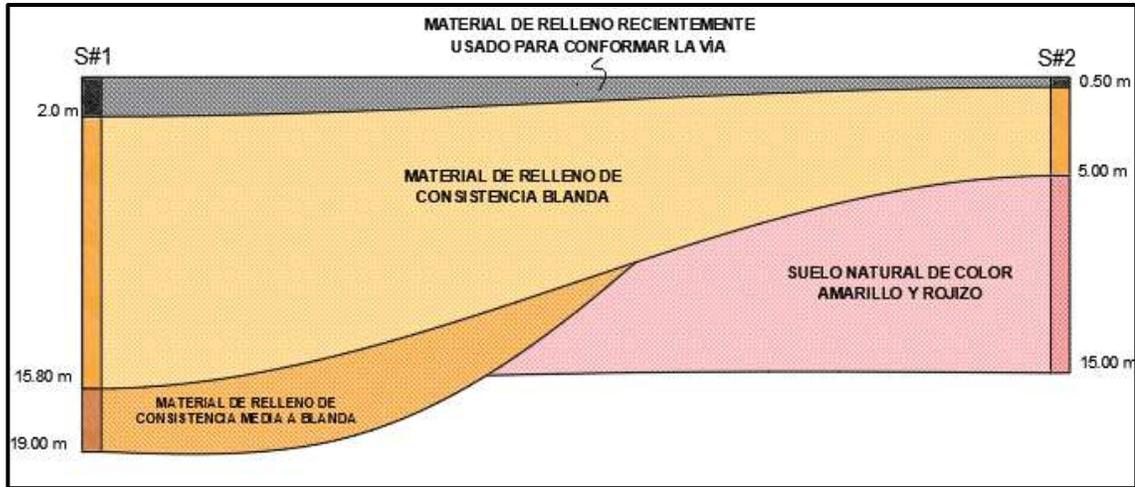


SONDEO N°1		SONDEO N°2		SONDEO N°3	
PROF. (m)	N (SPT)	PROF. (m)	N (SPT)	PROF. (m)	N (SPT)
2.4	9	0.9	7	0.45	4
2.85	12	1.35	7	0.9	3
3.3	18	1.95	6	1.35	11
3.75	22	2.4	6	1.8	15
4.2	15	2.85	9	2.25	18
4.65	20	3.9	12	2.55	10
5.1	12	4.35	13	3.45	21
5.55	19	4.65	7	3.9	26
6.45	11	5.1	17	4.35	22
6.9	13	5.55	19	4.8	20
7.35	15	6	11	5.25	21
7.8	10	6.45	16	5.7	15
8.25	23	7.05	13	6	8
9.15	11	8.4	17	6.9	13
9.6	17	8.85	26	7.35	18
9.9	12	9.15	20	7.65	18
10.35	22	9.6	29	8.1	15
10.8	20	10.05	43		
11.1	11	10.65	42		
11.55	8	11.1	50		
12	12	11.55	41		
12.3	8	12	47		
12.75	9	12.45	24		
13.2	15	12.9	28		
13.5	10	13.35	7		
13.95	20	13.8	16		
14.4	31	14.1	26		
14.85	11	14.55	50		
15.3	16	15	50		

**Tabla 2** Profundidades de cada sondeo con su N(spt)  
**Fuente:** El Autor



Con el procesamiento de datos completo en el Excel proporcionado por la empresa CITEC S.AS, se procede a la realización del perfil estratigráfico:



**Ilustración 30** Dibujo de perfil estratigráfico hecho en AutoCad  
Fuente: El Autor

Con los datos ya procesados y los ensayos realizados a cada una de las muestras, se procede a la realización del informe final de estudio de suelos. A continuación, se presenta los ítems que se deben tener en cuenta en el contenido:

TABLA DE CONTENIDO	
TABLA DE TABLAS	6
TABLA DE GRAFICOS	7
1 INTRODUCCION	8
2 OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
3 GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
3.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO	9
3.2 CARACTERISTICAS DEL LUGAR Y DE LA ESTRUCTURA	9
3.3 GEOLOGIA REGIONAL	13
3.3.1 Conjunto Superior	13
3.4 GEOLOGIA LOCAL	14
3.5 GEOMORFOLOGIA LOCAL	14
3.5.1 Geofomas de origen volcánico- denudacional	14
3.6 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	15
3.6.1 Sistema de Fallas Romeral	15
3.7 AMENAZAS GEOLOGICAS	16
3.7.1 Amenaza sísmica	16
3.7.2 Amenaza por fenómenos de remoción de masas	16
3.7.3 Amenaza Volcanica	16
3.8 CLIMA	17
4 EXPLORACION DEL SUB-SUELO	17
4.1 EXPLORACION DE CAMPO	17
4.1.1 Trabajo de campo	17
4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	20
4.2.1 Normatividad de ensayos y equipos	20
4.3 CARACTERIZACION DEL SUB- SUELO	20
4.3.1 Vision global de la estratigrafia y propiedades mecanicas del sub-suelo	20
4.3.2 Analisis detallado	22
4.4 NIVEL DE AGUAS FREATICAS	24
5 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO Y GEOTECNICOS	24
5.1 DETERMINACION DEL PESO UNITARIO (γ)	25
5.2 CORRECCION DEL N DE CAMPO (Ncor)	25
5.3 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA ULTIMA (qu)	27
5.4 OBTENCION DE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE	28
6 EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS	28
6.1 POTENCIAL EXPANSIVO	28
6.2 POTENCIAL DE LIQUJACION	28
6.2.1 Potencial de licuación de suelos finos	29
6.3 POTENCIAL DE COLAPSO	29
6.4 EFECTOS DE LA VEGETACION Y CUERPOS DE AGUA	30

**Ilustración 31** Contenido del informe de suelos  
Fuente: El Autor

7 CONFIGURACION DEL ZOOMIE	30
7.1 TIPO DE ZOOMIE	30
7.2 ALTURA	30
7.3 VOLUMEN	31
7.4 ANGULO DEL TALUD	31
7.5 CONFIGURACION RECOMENDADA	31
7.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS	34
7.6.1 Canal perimetral impermeable	34
7.6.2 Filtro en espina de pescado	34
7.6.3 Cerramiento con cerca en el parte superior del zodieme	35
7.6.4 Alzada de valla	35
7.6.5 Muro de contención flexible	36
7.6.6 Caja de recolección de aguas	36
8 ANALISIS GEOTECNICO DEL ZODIEME	37
8.1 CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO	37
8.2 PRESION NETA DE CONTACTO	38
8.3 ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION	38
9 ANALISIS GEOTECNICO DEL MURO DE CONTENCION	39
9.1 CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO	40
9.2 ASENTAMIENTOS TOTALES	41
9.2.1 Asentamientos por consolidación	41
9.2.2 Asentamientos instantáneos	42
10 FUNDAMENTOS TEORICOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD	42
10.1 PARAMETROS FUNDAMENTALES EN LA ESTABILIDAD GEOTECNICA	42
10.2 FACTOR DE SEGURIDAD	43
11 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES CONFORMADOS	43
11.1 PARAMETROS FISICOS- MECANICOS PARA EL ANALISIS DE ESTABILIDAD	43
11.2 RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD	43
11.2.1 Perfil A	43
11.2.2 Perfil B	45
11.2.3 Perfil C	47
12 ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	48
12.1 CALCULO DE AREAS AFERENTES	48
12.2 DISEÑO PARA CANAL PERIMETRAL	49
12.2.1 Cálculo de áreas aferentes	49
12.2.2 Propiedades para cálculo del caudal de diseño	50
12.2.3 Cálculo del caudal de diseño	50
12.2.4 Diseño de la cuneta	51
12.2.5 Capacidad de la cuneta	51
13 CONCLUSIONES	52
14 RECOMENDACIONES	52
15 ANEXOS	56

**Ilustración 32** Contenido del informe de suelos  
Fuente: El Autor



## 8. DURACIÓN DE LA PASANTÍA

El tiempo exigido por la universidad es de (384 horas), desarrolladas al menos en 16 semanas.

## 9. METODOLOGÍA DE TRABAJO

- Realizar los distintos ensayos de resistencia, control de calidad, exploración y recuperación de una muestra de suelo con el fin de caracterizar las propiedades de los materiales
- Mediante los estudios geotécnicos determinar las recomendaciones de diseño, para los distintos proyectos de infraestructura.
- Utilizar los distintos softwares que faciliten los procesos que se vayan a realizar durante las prácticas.
- Dar completo Cumplimiento a las normas reglamentarias en Colombia como los son INVÍAS y la NSR-10 en los trabajos que se vayan a realizar.
- Presentar informes periódicamente al director de la pasantía que comprueben los avances en los trabajos y las actividades desarrolladas.
- Entregar informe final escrito sobre los resultados de la práctica, que incluya conclusiones y recomendaciones del tiempo de la pasantía.



## 10. DOCUMENTOS A ENTREGAR

Durante el proceso de pasantía se entregará al director el anteproyecto que permita conocer los objetivos de la práctica a realizar.

Se entregará un informe mensual que compruebe los avances en los trabajos y las actividades desarrolladas.

Finalmente se hará entrega de un informe detallado que contenga todas y cada una de las actividades que estuvieron involucradas durante este proceso como los son las salidas de campo, trabajos en laboratorio y oficina con su respectivo registro fotográfico.



## 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la Facultad de Ingeniería Civil se establecen la modalidad de práctica profesional, para la obtención del título profesional universitario en cualquiera de los programas de pregrado que administra la Facultad, con una duración de tiempo exigido por la universidad de (384 horas), desarrolladas al menos en 16 semanas como requisito indispensable para grado.

La pasantía daría inicio tentativamente en el mes de noviembre del año 2022 bajo la asesoría del Ingeniero Luis Fernando Garcés Muñoz, y bajo la supervisión del Ingeniero Hugo Edmundo Daza Delgado gerente de la firma CITEC S.A.S

ACTIVIDADES A REALIZAR	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEMANAS															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Proceso de inducción																
Reconocimiento de los trabajos que se van a realizar																
<b>ENTREGA DE INFORME 1</b>																
Ir a campo, laboratorio y hacer seguimiento del paso a paso en los ensayos que se vayan a realizar en cada obra																
<b>ENTREGA DE INFORME 2</b>																
Procesar los datos obtenidos y realizar informes de los trabajos con el fin de reconocer el contenido de los informes.																
<b>ENTREGA DE INFORME 3</b>																
Realizar diseños que permitan poner en práctica todo lo aprendido en las materias y la vida laboral																
<b>ENTREGA DE INFORME 4</b>																
Informe final																
Sustentación																



## 12. PRESUPUESTO

### Recursos Mensuales asumidos por la Universidad del Cauca

Concepto	Valor por mes	4 meses	Valor Total
Director	600.000	2'400.000	2'400.000
<b>Total</b>			<b>2'400.000</b>

### Recursos Mensuales asumidos por el estudiante

Concepto	Valor por mes	4 meses	Valor Total
Transporte en la zona de Popayán	120.000	480.000	480.000
Papelería	30.000	120.000	120.000
Imprevistos	40.000	160.000	160.000
<b>Total</b>			<b>760.000</b>

### Recursos asumidos por la Empresa

Concepto	Valor por mes	4 meses	Valor Total
ARL	5.000	20.000	20.000
Elementos de Oficina	40.000	160.000	160.000
<b>TOTAL</b>			<b>180.000</b>



### 13. CONCLUSIONES

- Durante el tiempo de participación como auxiliar de ingeniería civil en la empresa CITEC S.A.S. con la prestación de servicios en campo, laboratorio y oficina, se pusieron en práctica todos los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria, y se concluye que tanto los conocimientos teóricos como también los prácticos, son realmente importantes y que juntos ayudan a afianzar las áreas aprendidas.
- El manejo de las comisiones designadas para cada procedimiento, en general personal masculino, resulta demasiado tedioso ya que se debe tener control en las maneras de mando, el manejo de los recursos económicos y la organización de las labores a realizar.
- A los problemas que se presentaron durante los procedimientos realizados en campo, se les dio una solución adecuada y eficaz, ya que, por medio de la experiencia adquirida, ya se cuenta con un poco de criterio de mando y se logra un trabajo de campo satisfactorio.
- En las obras civiles, los estudios de suelos resultan ser un pilar fundamental para tener un buen resultado en la ejecución de cada una de ellas, en la empresa CITEC S.A.S se brinda un buen servicio en campo, laboratorio y los informes son minuciosos y muy claros con la suficiente información para que sea lo más entendible posible.
- En el tiempo de pasantía se evidenció que las relaciones interpersonales con los integrantes de la empresa juegan un papel importante en el ámbito laboral, ya que se cuenta con una cierta tranquilidad para la realización de los trabajos designados.
- Se logró intervenir en los 3 tipos de perforaciones que se realizan en campo con equipo de rotación, manual y percusión tipo mamut, obteniendo conocimientos sobre el manejo del equipo y la toma de datos durante todo el procedimiento.
- Se obtuvo conocimiento de los ensayos que se realizan a las muestras obtenidas en campo, los resultados que arrojan y el procedimiento para la utilización de los formatos de Excel proporcionados por la empresa.



- Se adquirió conocimientos con respecto a la carta de colores de Munsell, permitiendo definir los colores de las muestras y los ensayos que se deben realizar.
- Es muy importante realizar una visita al sitio de estudio porque se puede observar cada una de las características del lugar, qué materiales se tienen, y se pueden sacar de ahí algunas conclusiones del terreno.
- Se logró la participación en la conformación de los informes de estudios de suelos que se entregan al cliente de parte de CITEC SAS, aportando con sistematización, cálculos, informaciones de la zona, parámetros, resultados de los ensayos, gráficas, resúmenes de propiedades, entre otros.
- La participación en la emergencia de Rosas-Cauca fue de vital importancia ya que se logró conocer cómo se atiende una emergencia con la magnitud tan grande que se presentó en el sitio. Además, se logró adquirir conocimientos de los distintos sectores que trabajaban durante la construcción de la nueva ruta Popayán-Pasto.



## 14. ANEXOS

- Carta de Presentación de la Universidad del Cauca
- Carta de Aceptación por parte de CITEC S.A.S. ingeniería y geotécnia.
- Certificación de Afiliación de ARL.



## 15. BIBLIOGRAFÍA

- CITEC INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA S.A.S

