



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL

EMPRESA CONSULTORA:

GEOCONSULT

ÁREA DE DESEMPEÑO:

LABORATORIO DE GEOTECNIA

PRESENTADO POR:

11351108 KEVIN ARIEL MEZA BANEGAS

ASESORA METODOLÓGICA: ING. KARLA ANTONIA UCLÉS BREVÉ

CAMPUS TEGUCIGALPA; ABRIL, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

La ingeniería geotécnica se define como el manejo de los materiales térreos de la corteza del planeta que se definen como suelo y roca. La geotecnia considera principios básicos de cinemática, dinámica, mecánica de fluidos y mecánica de materiales para el estudio de los suelos y rocas. La ingeniería geotécnica se utiliza para analizar y solucionar problemas como la estabilidad de taludes, estabilidad de estructuras de retención, problemas constructivos, control del movimiento del agua, el control y mantenimiento de edificios antiguos.

GeoConsult, S. A. de C. V. es una empresa con 43 años de experiencia en investigación y aplicación de la geotecnia en proyectos de infraestructura como presas, carreteras, taludes, aeropuertos, urbanizaciones, puentes, entre otros. GeoConsult ha realizado más de 13,200 estudios y diseños para soluciones geotécnicas. Los principales servicios que ofrece GeoConsult consisten en estudios geotécnicos, interpretación y diseño, reconocimientos geológicos, ensayos de campo y ensayos de laboratorio.

La empresa GeoConsult ha brindado al alumno practicante Kevin Ariel Meza la oportunidad de llevar a cabo la práctica profesional en el Departamento de Geotecnia durante 10 semanas continuas, como corresponde al ser estudiante de UNITEC próximo a egresar de la carrera de Ingeniería Civil.

Las principales actividades han consistido en la participación en la realización de ensayos de laboratorio, entre los que se encuentran consolidación y corte directo de los suelos. Asimismo ha colaborado en el registro de ingreso al laboratorio de sondeos de perforación provenientes de diversos proyectos y en la selección de muestras representativas de suelos o testigos de roca para ensayos de laboratorio. Adicionalmente se ha participado en sondeos de refracción sísmica y sondeo eléctrico-vertical, utilizados para generar perfiles del terreno por medio de métodos no destructivos.

Palabras clave: Geotecnia, mecánica de suelos, ensayos de laboratorio, corte directo, geofísicas

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Generalidades de la empresa	3
2.1	Descripción de la Empresa.....	3
2.1.1	Proyectos realizados	4
2.1.1.1	Central Hidroeléctrica El Cajón	4
2.1.1.2	Central Hidroeléctrica Patuca III	5
2.1.1.3	Aeropuerto Internacional de Palmerola.....	6
2.1.1.4	Central Hidroeléctrica Río Frío	6
2.2	Descripción del departamento	7
2.2.1	Objetivo General.....	8
2.2.2	Objetivos Específicos	8
III.	Marco Teórico	8
3.1	Geotecnia.....	9
3.1.1	Aplicaciones típicas de la geotecnia	11
3.2	Mecánica de Suelos	15
3.2.1	Clasificación de los suelos.....	15
3.2.2	Tamaño de partícula de los suelos	15
3.2.2.1	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS por sus siglas en inglés) 18	
3.2.3	Resistencia al corte de los suelos	19
3.2.4	Consolidación	19
3.3	Normas Técnicas	22

3.3.1	ASTM D3080-11 - Ensayo de Corte Directo	22
3.3.2	ASTM D2435-11 – Ensayo de Consolidación Unidimensional	22
3.3.3	ASTM D1586-12 – Método de prueba estándar para la prueba de penetración estándar (SPT) y el muestreo de suelos en barril dividido.....	23
3.3.4	ASTM D6431-18 – Guía estándar para el uso del método de resistividad de corriente continua para la caracterización de sitios subterráneos	25
3.3.5	ASTM D5777-18 – Guía estándar para el uso del método de refracción sísmica para la investigación del subsuelo.....	27
3.4	Ensayos de campo.....	27
3.4.1	Geofísicas.....	27
3.4.1.1	Refracción Sísmica	28
3.4.1.2	Sondeo eléctrico-vertical.....	30
3.4.2	Sondeos Geotécnicos.....	31
3.4.2.1	Penetración estándar (SPT).....	32
3.5	Ensayos de laboratorio.....	34
3.5.1	Ensayo de corte directo.....	34
3.5.2	Ensayo de Consolidación.....	37
3.5.3	Granulometría.....	40
3.5.4	Límites de Atterberg	42
IV.	Desarrollo.....	44
4.1	Semana 1	44
4.1.1	Actividades Semana 1, del 25 de enero al 29 de enero	44
4.1.1.1	Lunes 25 de enero.....	45

4.1.1.2	Martes 26 de enero	45
4.1.1.3	Miércoles 27 de enero	46
4.1.1.4	Jueves 28 de enero	47
4.1.1.5	Viernes 29 de enero	47
4.2	Semana 2	48
4.2.1	Actividades semana 2, del 1 de febrero al 5 de febrero	49
4.2.1.1	Lunes 1 de febrero	49
4.2.1.2	Martes 2 de febrero.....	50
4.2.1.3	Miércoles 3 de febrero.....	51
4.2.1.4	Jueves 4 de febrero	51
4.2.1.5	Viernes 5 de febrero.....	52
4.3	Semana 3	53
4.3.1	Actividades semana 3, del 8 de febrero al 12 de febrero.....	53
4.3.1.1	Lunes 8 de febrero	54
4.3.1.2	Martes 9 de febrero.....	55
4.3.1.3	Miércoles 10 de febrero	55
4.3.1.4	Jueves 11 de febrero.....	56
4.3.1.5	Viernes 12 de febrero	57
4.4	Semana 4	58
4.4.1	Actividades semana 4, del 15 de febrero al 19 de febrero	58
4.4.1.1	Lunes 15 de febrero	59
4.4.1.2	Martes 16 de febrero	59

4.4.1.3	Miércoles 17 de febrero	60
4.4.1.4	Jueves 18 de febrero.....	61
4.4.1.5	Viernes 19 de febrero	62
4.5	Semana 5	63
4.5.1	Actividades semana 5, del 22 de febrero al 26 de febrero	63
4.5.1.1	Lunes 22 de febrero	64
4.5.1.2	Martes 23 de febrero	64
4.5.1.3	Miércoles 24 de febrero	65
4.5.1.4	Jueves 25 de febrero.....	66
4.5.1.5	Viernes 26 de febrero	67
4.6	Semana 6	68
4.6.1	Actividades semana 6, del 1 marzo al 5 de marzo	68
4.6.1.1	Lunes 1 de marzo	69
4.6.1.2	Martes 2 de marzo.....	69
4.6.1.3	Miércoles 3 de marzo	70
4.6.1.4	Jueves 4 de marzo.....	71
4.6.1.5	Viernes 5 de marzo.....	71
4.7	Semana 7	72
4.7.1	Actividades semana 7, del 8 de marzo al 12 de marzo	72
4.7.1.1	Lunes 8 de marzo	73
4.7.1.2	Martes 9 de marzo	73
4.7.1.3	Miércoles 10 de marzo	74

4.7.1.4	Jueves 11 de marzo	75
4.7.1.5	Viernes 12 de marzo	76
4.8	Semana 8	77
4.8.1	Actividades semana 8, del 15 de marzo al 19 de marzo.....	77
4.8.1.1	Lunes 15 de marzo.....	77
4.8.1.2	Martes 16 de marzo	78
4.8.1.3	Miércoles 17 de marzo	79
4.8.1.4	Jueves 18 de marzo	79
4.8.1.5	Viernes 19 de marzo	80
4.9	Semana 9	81
4.9.1	Actividades semana 9, del 22 de marzo al 26 de marzo.....	81
4.9.1.1	Lunes 22 de marzo.....	82
4.9.1.2	Martes 23 de marzo	82
4.9.1.3	Miércoles 24 de marzo	83
4.9.1.4	Jueves 25 de marzos	83
4.9.1.5	Viernes 26 de marzo	84
4.10	Semana 10	84
4.10.1	Actividades semana 10, del 5 de abril al 9 de abril.....	85
4.10.1.1	Lunes 5 de abril	85
4.10.1.2	Martes 6 de abril.....	85
4.10.1.3	Miércoles 7 de abril	86
4.10.1.4	Jueves 8 de abril.....	87

4.10.1.5	Viernes 9 de abril.....	87
V.	Conclusiones.....	89
VI.	Recomendaciones.....	89
VII.	Bibliografía.....	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Ubicación GEOCONSULT en Google Maps.....	3
Ilustración 2.	Logo GEOCONSULT	4
Ilustración 3.	Represa El Cajón, Honduras	5
Ilustración 4.	Represa Patuca III	5
Ilustración 5.	Aeropuerto Internacional de Palmerola.....	6
Ilustración 6.	Central Hidroeléctrica Río Frío	7
Ilustración 7.	Equipo de departamento de Geotecnia de GEOCONSULT	8
Ilustración 8.	Obras típicas de la geotecnia.....	12
Ilustración 9.	Muestrador de barril partido para ensayo SPT.....	24
Ilustración 10.	Muestras de mayor espaciado de electrodos mayor profundida y volumen de tierra	26
Ilustración 11.	Perfil de ladera por medio de métodos geofísicos	28
Ilustración 12.	Esquema de la refracción sísmica y la llegada de ondas a los geófonos ..	29
Ilustración 13.	Inyección de corriente y medida del potencial.....	30
Ilustración 14.	Dimensiones (en mm) del penetrómetro utilizado en sondeo SPT	33
Ilustración 15.	Diagrama de prueba de corte directo.....	35
Ilustración 16.	Equipo de corte directo Humboldt HM-2560A.....	36
Ilustración 17.	Consolidómetro	38
Ilustración 18.	Equipo de ensayo de consolidación unidimensional.....	39

Ilustración 19. Gráfica de deformación en función del tiempo durante una consolidación	39
Ilustración 20. Curva granulométrica. Definición de D_{10} , D_{30} y D_{60}	40
Ilustración 21. Estados del suelo en función del contenido de humedad	43
Ilustración 22. Área de trabajo	45
Ilustración 23. Resultado de probetas en ensayo de corte directo	46
Ilustración 24. Visita técnica residencial El Trapiche	47
Ilustración 25. Preparación de muestras de suelo para probetas de corte directo	47
Ilustración 26. Prueba de compresión simple en suelo cohesivo	48
Ilustración 27. Resultado gráfico de esfuerzo v deformación de ensayo de corte directo en suelo arcilloso.....	50
Ilustración 28. Supervisión de sondeo geotécnico en proyecto Viviendas Morazán.	51
Ilustración 29. Resultado probetas de ensayo de corte directo en proyecto Palmerola. .	51
Ilustración 30. Ingreso de resultados de prueba de corte directo.	52
Ilustración 31. Resultado ensayo de corte directo en muestra de suelo de Viviendas Morazán.	53
Ilustración 32. Ingreso de muestras de sondeos	55
Ilustración 33. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en arena arcillosa.....	55
Ilustración 34. Desarrollo de ensayo eléctrico-vertical	56
Ilustración 35. Resultado de probeta luego de ensayo de corte directo	57
Ilustración 36. Visita de supervisión por ing. Karla Uclés.....	58
Ilustración 37. Equipo HUMBOLDT HM-2560A para ensayo de corte directo	59
Ilustración 38. Resultado de probeta de suelo arenoso de ensayo de corte directo	60
Ilustración 39. Sondeo de perforación por rotación	61
Ilustración 40. Toma de registro fotográfico de visita técnica	62
Ilustración 41. Registro fotográfico de visita técnica Lomas del Guijarro	63
Ilustración 42. Preparación de probetas para ensayo de corte directo.	64

Ilustración 43. Resultados de probetas de ensayo de corte directo en un suelo arenoso.	65
Ilustración 44. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en una arena arcillosa.	66
Ilustración 45. Trabajo en informe técnico de ensayos de corte directo.	67
Ilustración 46. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en una arena limosa.	68
Ilustración 47. Visita técnica Viviendas Morazán	69
Ilustración 48. Resultado de probetas en 4 ensayos de corte directo	70
Ilustración 49. Gráfico esfuerzo cortante vs deformación horizontal en ensayo de corte directo	70
Ilustración 50. Trabajo de oficina en laboratorio de geotecnia de GeoConsult.....	71
Ilustración 51. Equipo para elaboración de ensayo de corte directo	72
Ilustración 52. Trabajo de gabinete, informe técnico de corte directo	73
Ilustración 53. Elaboración de probetas para ensayo de corte directo	74
Ilustración 54. Inspección visual preliminar de características del suelo en un ensayo SPT	75
Ilustración 55. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo limo arenoso.	76
Ilustración 56. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo areno limoso.	76
Ilustración 57. Gráficos de esfuerzo cortante vs deformación horizontal en ensayo de corte directo	78
Ilustración 58. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en una arena arcillosa	79
Ilustración 59. Realización de probeta para un ensayo de corte directo	79
Ilustración 60. Trabajo de gabinete, desarrollo de informe geotécnico	80
Ilustración 61. Trabajo de gabinete.....	81

Ilustración 62. Resultado de probetas en ensayo de corte directo.....	82
Ilustración 63. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en un limo con arena.	83
Ilustración 64. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en un limo.....	83
Ilustración 65. Trabajo de gabinete, logs de perforación	84
Ilustración 66. Ingreso de muestras de suelos provenientes de sondeos.	85
Ilustración 67. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo arenoso limoso.	86
Ilustración 68. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo arenoso.	86
Ilustración 69. Equipo de ensayo triaxial en estado confinado no drenado.....	87
Ilustración 70. Configuración de prueba triaxial en fase de saturación.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de separación por de tamaño de grano	16
Tabla 2. Sistema unificado de clasificación de suelos	21
Tabla 3. Coeficientes de uniformidad y curvatura en suelos bien graduados	41
Tabla 4. Cronograma de actividades semana 1	44
Tabla 5. Cronograma de actividades semana 2.....	48
Tabla 6. Cronograma de actividades semana 3.....	53
Tabla 7. Cronograma de actividades semana 4.....	58
Tabla 8. Cronograma de actividades semana 5.....	63
Tabla 9. Cronograma de actividades semana 6.....	68
Tabla 10. Cronograma de actividades semana 7	72
Tabla 11. Cronograma de actividades semana 8.....	77
Tabla 12. Cronograma de actividades semana 9.....	81
Tabla 13. Cronograma de actividades semana 10	84
Tabla 14. Bitácora lunes de semana 1	94

Tabla 15. Bitácora martes de semana 1.....	95
Tabla 16. Bitácora miércoles de semana 1.....	96
Tabla 17. Bitácora jueves de semana 1.....	97
Tabla 18. Bitácora viernes de semana 1.....	98
Tabla 19. Bitácora lunes de semana 2.....	99
Tabla 20. Bitácora martes de semana 2.....	100
Tabla 21. Bitácora miércoles de semana 2.....	101
Tabla 22. Bitácora jueves de semana 2.....	102
Tabla 23. Bitácora viernes de semana 2.....	103
Tabla 24. Bitácora lunes de semana 3.....	104
Tabla 25. Bitácora martes de semana 3.....	105
Tabla 26. Bitácora miércoles de semana 3.....	106
Tabla 27. Bitácora jueves de semana 3.....	107
Tabla 28. Bitácora viernes de semana 3.....	108
Tabla 29. Bitácora lunes de semana 4.....	109
Tabla 30. Bitácora martes de semana 4.....	110
Tabla 31. Bitácora miércoles de semana 4.....	111
Tabla 32. Bitácora jueves de semana 4.....	112
Tabla 33. Bitácora viernes de semana 4.....	113
Tabla 34. Bitácora lunes de semana 5.....	114
Tabla 35. Bitácora martes de semana 5.....	115
Tabla 36. Bitácora miércoles de semana 5.....	116
Tabla 37. Bitácora jueves de semana 5.....	117
Tabla 38. Bitácora viernes de semana 5.....	118
Tabla 39. Bitácora lunes de semana 6.....	119
Tabla 40. Bitácora martes de semana 6.....	120
Tabla 41. Bitácora miércoles de semana 6.....	121

Tabla 42. Bitácora jueves de semana 6.....	122
Tabla 43. Bitácora viernes de semana 6.....	123
Tabla 44. Bitácora lunes de semana 7.....	124
Tabla 45. Bitácora martes de semana 7.....	125
Tabla 46. Bitácora miércoles de semana 7.....	126
Tabla 47. Bitácora jueves de semana 7.....	127
Tabla 48. Bitácora viernes de semana 7.....	128
Tabla 49. Bitácora lunes de semana 8.....	129
Tabla 50. Bitácora martes de semana 8.....	130
Tabla 51. Bitácora miércoles de semana 8.....	131
Tabla 52. Bitácora jueves de semana 8.....	132
Tabla 53. Bitácora viernes de semana 8.....	133
Tabla 54. Bitácora lunes de semana 9.....	134
Tabla 55. Bitácora martes de semana 9.....	135
Tabla 56. Bitácora miércoles de semana 9.....	136
Tabla 57. Bitácora jueves de semana 9.....	137
Tabla 58. Bitácora viernes de semana 9.....	138
Tabla 59. Bitácora lunes de semana 10.....	139
Tabla 60. Bitácora martes de semana 10.....	140
Tabla 61. Bitácora miércoles de semana 10.....	141
Tabla 62. Bitácora jueves de semana 10.....	142
Tabla 63. Bitácora viernes de semana 10.....	143

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Esfuerzo normal en suelo seco.....	37
Ecuación 2. Resistencia al esfuerzo cortante.....	37
Ecuación 3. Tamaño efectivo de partículas.....	41

Ecuación 4. Coeficiente de uniformidad o de Hazen.....	41
Ecuación 5. Coeficiente de curvatura	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Bitácora Semana 1, del 25 enero – 29 de enero del 2021.....	94
Anexo 2. Bitácora Semana 2, del 1 febrero – 5 de febrero del 2021.....	99
Anexo 3. Bitácora Semana 3, del 8 febrero – 12 de febrero del 2021.....	104
Anexo 4. Bitácora Semana 4, del 15 febrero – 19 de febrero del 2021.....	109
Anexo 5. Bitácora Semana 5, del 22 febrero – 26 de febrero del 2021.....	114
Anexo 6. Bitácora semana 6, del 1 de marzo - 5 de marzo del 2021	119
Anexo 7. Bitácora semana 7, del 8 de marzo – 12 de marzo del 2021	124
Anexo 8. Bitácora semana 8, del 15 de marzo – 19 de marzo del 2021	129
Anexo 9. Bitácora semana 9, del 22 de marzo – 26 de marzo del 2021	134
Anexo 10. Bitácora semana 10, del 5 de abril – 9 de abril del 2021	139

SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	American Society of Testing and Materials
CU	Ensayo Triaxial consolidado no drenado
SEV	Sondeo Eléctrico Vertical
SINAP	Sistema Nacional de Administración de la Propiedad de Honduras
SPT	Standard Penetration Test
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos
UCS	Uniaxial Compressive Strength

GLOSARIO

Ángulo de fricción interna, φ (grados): ángulo entre el eje de esfuerzos normales y la tangente a la envolvente de Mohr en un punto que representa una condición dada de esfuerzo de ruptura de un material sólido. El ángulo de fricción interna de un suelo corresponde al ángulo cuya tangente es el coeficiente promedio de fricción entre las partículas de un suelo. (Hoyos Patiño, 2001, p. 22)

Ángulo de fricción residual φ_r (grados): ángulo de fricción a lo largo de la superficie de falla de un suelo; el ángulo de fricción residual corresponde a la relación entre la tensión normal y la tensión de cizalladura en el ensayo de corte directo después de que ha sido superado el nivel de resistencia máxima. El valor del ángulo de fricción residual es siempre menor que el ángulo de fricción interna. (Hoyos Patiño, 2001, p. 22)

Anillo de carga: instrumento utilizado en los laboratorios de suelos y materiales para la medición de cargas. Consiste en un anillo de acero cuya deformación bajo la acción de una fuerza puede ser medida mediante un extensómetro. La relación entre la fuerza aplicada y la deformación resultante está dada por la constante del anillo determinada para cada uno de ellos por el fabricante. (Hoyos Patiño, 2001, p. 22)

Anillo de consolidación: "elemento en el que se coloca la muestra para el ensayo de compresión confinada y consolidación que consiste en un anillo de bronce de dimensiones normalizadas para garantizar su rigidez" (Hoyos Patiño, 2001, p. 23).

Arcilla: suelo finogranular, o la porción finogranular de un suelo que puede presentar un comportamiento plástico dentro de un intervalo de contenido de humedad más o menos amplio, y que tiene una considerable resistencia al corte cuando se seca al aire. Este término ha sido utilizado para designar el conjunto de partículas de un suelo menores de $2 \mu\text{m}$ ($5 \mu\text{m}$ en algunos casos), pero existe suficiente evidencia que, desde el punto de vista de la ingeniería, las propiedades descritas en esta definición normalmente son más importantes que el solo tamaño de las partículas para la caracterización de los materiales arcillosos. Las propiedades de las arcillas dependen principalmente del tipo de minerales

que las componen y de los cationes intercambiables que contienen. (Hoyos Patiño, 2001, p. 25)

Arena: "partículas de roca que pasan por el tamiz de 4.75 mm (#4), y son retenidas en el tamiz de 75 μm " (Hoyos Patiño, 2001, p. 26).

Arena bien gradada: "aquella que presenta una distribución equilibrada de partículas en un amplio rango de tamaños; una arena es calificada como bien gradada cuando tiene un coeficiente de uniformidad mayor de 6 y un coeficiente de curvatura entre 1 y 3" (Hoyos Patiño, 2001, p. 26).

Basalto: "término general utilizado para designar las rocas volcánicas de color oscuro formadas principalmente por plagioclasas y clinopiroxenos" (Hoyos Patiño, 2001, p. 30).

Cimentación: "Parte de una estructura que transmite la carga directamente al suelo" (Hoyos Patiño, 2001, p. 43).

Clasificación AASHTO de suelos: clasificación geotécnica de suelos desarrollada por Terzaghi y Hogentogler, que se basa en sus características granulométricas y de plasticidad. Todos los suelos son clasificados en 8 grupos básicos designados por los símbolos A-1, A-2, A-3, etc. Los primeros tres grupos corresponden a suelos grueso-granulares; los grupos A-4 y A-5 corresponden a suelos predominantemente limosos; los grupos A-6 y A-7 corresponden a suelos arcillosos; el grupo A-8 corresponde a suelos altamente orgánicos. (Hoyos Patiño, 2001, p. 45)

Clasificación unificada de suelos, CUS: clasificación geotécnica de suelos, desarrollada inicialmente por A. Casagrande que se basa en sus características de granulometría y de plasticidad. (Norma ASTM D2487). En esta clasificación todos los suelos resultan ubicados en uno de 15 grupos, cada uno de los cuales es designado por dos letras que indican sus características relevantes así. (Hoyos Patiño, 2001, p. 46)

Consolidación: 1. Proceso en el que un material suelto, blando o líquido, toma una consistencia dura y consistente de una roca. **2.** Reducción gradual de la presión intersticial en una masa de suelo debido a la aplicación continua o al incremento de un esfuerzo de

compresión. **3.** Reducción gradual del volumen de una masa de suelo debido la aplicación o al incremento de un esfuerzo de compresión. (Normas ASTM 2435, 3877 y 4186). (Hoyos Patiño, 2001, p. 53)

Densidad, ρ (ML^{-3}): "Masa de un cuerpo o de un material por unidad de volumen. Relación numérica entre: a) la masa, y b) el volumen de un cuerpo" (Hoyos Patiño, 2001, p. 64).

Ensayo: "conjunto definido de operaciones para la identificación medida y evaluación de una o más características de un material, producto, sistema o servicio cuyo resultado se expresa numéricamente" (Hoyos Patiño, 2001, p. 80).

Ensayo de consolidación: Prueba de laboratorio en la que un espécimen de suelo, confinado lateralmente en un anillo, es comprimido entre dos placas porosas para determinar sus coeficientes de compresibilidad y de consolidación. A partir de los resultados de este ensayo puede calcularse también el coeficiente de permeabilidad (Normas ASTM D2435 y D4186). (Hoyos Patiño, 2001, p. 82)

Estratificación: término genérico que enuncia o implica la existencia de capas o estratos, planos, u otro tipo de superficies que dividen o limitan cuerpos de roca de igual o diferente litología. Este término se aplica a las rocas que resultan de un proceso de consolidación de sedimentos y presentan superficies de separación (planos de estratificación) entre capas de materiales como lutitas, areniscas, calizas, etc. (Hoyos Patiño, 2001, p. 94)

Geotecnia: aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurran en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería. Para su cabal desarrollo requiere la aplicación de diferentes campos del conocimiento, entre ellos, la mecánica de suelos, la mecánica de rocas, la geología, la geofísica, la hidrología, la hidrogeología y las ciencias relacionadas. (Hoyos Patiño, 2001, p. 108)

Granulometría: "medida y análisis estadístico de los tamaños de granos que se encuentran en una muestra de suelo" (Hoyos Patiño, 2001, p. 111).

Gravedad específica: "relación numérica entre a) el peso en el aire de un volumen dado de un cuerpo a una temperatura dada, y b) el peso en el aire de un volumen igual de agua destilada a la misma temperatura" (Hoyos Patiño, 2001, p. 111).

I. INTRODUCCIÓN

La práctica profesional se llevó a cabo en la empresa GeoConsult, iniciando el lunes 25 de enero, periodo reglamentario de diez semanas que tuvo que interrumpirse al finalizar la semana 9 debido a que la práctica fue iniciada con una semana de retraso, por lo que se terminó después de Semana Santa, el viernes 9 de abril de 2021.

El alumno practicante fue designado al Departamento de Geotecnia de GeoConsult, el cual cuenta con personal calificado para realizar ensayos, análisis, estudios y diseño relacionado con proyectos de infraestructura, tanto a nivel nacional como internacional, con múltiples participaciones en proyectos en Centroamérica y El Caribe, así como experiencia en la realización de estudios y diseño en consorcio con firmas internacionales de Suramérica, Europa y Asia.

Para evidenciar la participación del alumno practicante en el desarrollo de la práctica profesional se describirán las actividades realizadas en el Departamento de Geotecnia, con mayor participación en el Laboratorio de Geotecnia, en la realización de diferentes ensayos de suelos, entre los que se encuentra la consolidación unidimensional y el corte directo de los suelos. Adicionalmente se mostrará la participación del alumno practicante en las visitas y ensayos de campo consistentes en refracción sísmica y sondeos eléctrico-verticales para la modelación de perfiles de suelos por métodos no destructivos.

El informe mostrará los trabajos realizados de forma independiente o secuencial, así como el detalle de cada actividad realizada para completar los ensayos en los que se tuvo participación, así como la bitácora en la que diariamente se recolectó evidencia de la participación del alumno practicante como parte del equipo técnico del Departamento y Laboratorio de Geotecnia.

Como parte del informe de práctica profesional se observará el fundamento teórico relacionado tanto con ensayos de campo como de laboratorio, así como la teoría de la geotecnia y la relevancia en el análisis estructural de los suelos, ingeniería utilizada tanto

para diseñar obras de prevención como para encontrar soluciones a los sucesos ocurridos por el movimiento natural de los suelos.

Para cada una de las principales actividades realizadas, tanto en ensayos de laboratorio como pruebas de campo se mostrará el paso a paso, con la explicación técnica detallada, de manera que el lector pueda conocer en qué consisten los trabajos realizados por tan prestigiosa empresa.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

GeoConsult, S. A. de C. V. es una empresa que se fundó en 1978 con la visión de prestar servicios de consultoría, fundamentados en la excelencia y calidad del servicio en diversas ramas de la Ingeniería Civil como ser la geología, geotecnia, planificación, diseño, supervisión de obras hidráulicas y estructurales.

La empresa tiene sus oficinas principales en la colonia Alameda de la ciudad de Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central, donde cuenta con áreas designadas para el análisis de suelos, así como áreas especializadas en redactar los informes técnicos que resultan de las diferentes especialidades de la empresa.

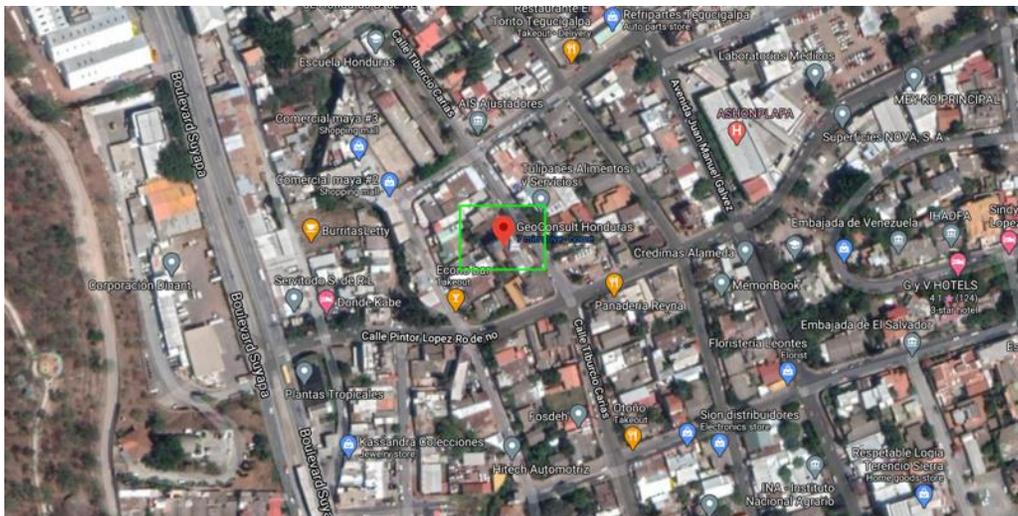


Ilustración 1. Ubicación GeoConsult en Google Maps.

(Google Maps, 2021)

“La misión de GeoConsult es ofrecer servicios profesionales de ingeniería a clientes que requieran conocimientos especializados en soluciones seguras y tiene como visión ser referentes de la ingeniería en Centroamérica y competitivos a nivel mundial” (GeoConsult, 2020).



Ilustración 2. Logo GeoConsult

(GeoConsult, 2020)

La política de calidad GeoConsult se fundamenta en ofrecer confianza en los resultados, satisfacer los requerimientos de cada proyecto y mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad.

2.1.1 PROYECTOS REALIZADOS

GeoConsult es una empresa hondureña que de igual manera ha realizado proyectos en toda Centroamérica.

Algunos de los proyectos más destacados son:

2.1.1.1 Central Hidroeléctrica El Cajón

Supervisión de calidad y diseño de la restructuración de la infraestructura de la represa hidroeléctrica El Cajón ubicada en el curso del río Comayagua, Cortés, Honduras. El Cajón es la planta hidroeléctrica y de control de inundaciones más grande de Honduras y la quinta represa más alta de América. (GeoConsult, 2020)



Ilustración 3. Represa El Cajón, Honduras

(GeoConsult, 2020)

2.1.1.2 Central Hidroeléctrica Patuca III

La Central Hidroeléctrica Patuca III ubicada en el departamento de Olancho entre los municipios de Catacamas, Juticalpa y Patuca tendrá una capacidad instalada de más de 105 MW, con almacenamiento de más de 600 millones de metro cúbicos de agua.

(GeoConsult, 2020)



Ilustración 4. Represa Patuca III

(GeoConsult, 2020)

2.1.1.3 Aeropuerto Internacional de Palmerola

Construcción de terminal, estacionamiento, drenajes y accesos vehiculares del Aeropuerto Internacional de Palmerola ubicado a 6 km del sur de la ciudad de Comayagua. El aeropuerto contará con 6 puentes fijos de embarque. (GeoConsult, 2020)



Ilustración 5. Aeropuerto Internacional de Palmerola

(GeoConsult, 2020)

2.1.1.4 Central Hidroeléctrica Río Frío

Montaje de tubería de presión con 4.5 MW de capacidad instalada y construcción casa de máquinas de la central Hidroeléctrica Río Frío ubicada en el municipio de Santa Fe, departamento de Ocotepeque.



Ilustración 6. Central Hidroeléctrica Río Frío

(GeoConsult, 2020)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Geotecnia de GEOCONSULT ofrece a los clientes procesos de investigación geotécnica y cuenta con experiencia en proyectos de infraestructura como ser presas, edificios, carreteras, taludes, parques eólicos, parques fotovoltaicos, plantas térmicas, plantas geotérmicas, urbanizaciones, puentes, muelles, puertos, silos, deslizamientos, entre otros.

Las soluciones que ofrece el Departamento de Geotécnica consisten en estudios geológicos y geotécnicos, interpretación y aplicación de diseño, reconocimiento, levantamiento, mapeos geológicos, ensayos de campo, laboratorio de geotecnia, instrumentación geotécnica y monitoreo, análisis de estabilidad de taludes y modelación 2D y 3D. El departamento de Geotecnia ha realizado 13,200 estudios y diseños de soluciones geotécnicas.



Ilustración 7. Equipo de departamento de Geotecnia de GeoConsult

(GeoConsult, 2020)

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar criterio técnico para la evaluación, interpretación y aplicación de estudios geotécnicos mediante la elaboración de ensayos de laboratorio de geotecnia, reconocimiento, levantamiento, alimentación de datos en Excel y mapeos geológicos.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar ensayos de corte directo y triaxial para determinar la resistencia de los suelos.
2. Realizar ensayos de consolidación o compresión axial para determinar la deformación y asentamiento de los suelos.
3. Realizar ensayos geofísicos para determinar propiedades de los estratos de suelo.
4. Interpretar resultados de ensayos de laboratorio para ser incluidos en los informes técnicos.
5. Realizar visitas técnicas como parte de trabajos de investigación relacionados con la viabilidad de estudios geotécnicos y fallas en estructuras.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 GEOTECNIA

Holtz & Kovacs (1981) definen la ingeniería geotécnica como el manejo de los materiales térreos de la corteza del planeta. Por lo general, un ingeniero geotécnico estudia solamente los materiales naturales que se encuentran cerca de la superficie de la tierra o sobre ella. Dichos materiales son denominados como suelo y roca. El suelo, en un sentido ingenieril, es un aglomerado de minerales, materia orgánica y sedimentos, relativamente sin cohesión depositado sobre el lecho de roca. Un suelo se puede romper o disgregar fácilmente debido a que se constituye en base a minerales o partículas orgánicas. En cambio, las rocas tienen alta resistencia debido a que cuentan con una cohesión interna y fuerzas moleculares que unen sus granos minerales constituyentes. Estas características de la roca se dan tanto cuando la roca forma parte de una estructura firme y masiva, como cuando forma parte de un suelo arcilloso en forma de una partícula de grava.

La división entre los suelos y las rocas es arbitraria por lo que muchos materiales naturales son difíciles de clasificar. Los criterios para diferenciar entre suelos y rocas varían dependiendo de la disciplina científica o ingenieril. En la geología se entiende por roca a todos los materiales apoyados en la corteza de la tierra, sin dependencia en la cantidad de partículas minerales reunidas por diversas ligas, y los suelos se definen como rocas descompuestas y desintegradas generalmente apoyadas en la parte superficial más

delgada de la corteza y capaz de sustentar la vida superficial. La pedología (ciencia del suelo) y la agronomía enfocan sus estudios en las capas más superficiales del suelo, es decir, aquellos materiales de interés en actividades agrícolas y forestales. Para la geotecnia, la ingeniería geológica y pedología son auxiliares importantes y existen traslapes considerables entre los campos (Holtz & Kovacs, 1981).

La ingeniería geotécnica tiene diversos aspectos o énfasis entre los que se encuentran la mecánica de suelos que es la rama de la ingeniería geotécnica que se ocupa de la ingeniería mecánica y las propiedades de los suelos y la mecánica de rocas que se ocupa de la ingeniería mecánica y las propiedades de las rocas. La mecánica de suelos aplica principios básicos entre los que se encuentran la cinemática, dinámica, mecánica de fluidos y mecánica de materiales a los suelos (Holtz & Kovacs, 1981).

Los retos a los que se enfrenta la ingeniería geotécnica incluyen la estabilidad de taludes, naturales y excavados, la estabilidad de las estructuras de retención permanentes o temporales, estabilidad de estructuras de retención permanentes o temporales, problemas de construcción, control del movimiento y las presiones del agua, así como el mantenimiento y rehabilitación de viejos edificios (Holtz & Kovacs, 1981).

Con frecuencia, los materiales térreos son utilizados como materiales de construcción por su bajo costo, sin embargo, las propiedades ingenieriles como la resistencia y compresibilidad en condiciones naturales son frecuentemente malas por lo que se deben de tomar medidas como densificarlos, aumentar su resistencia o

estabilizarlos de modo que se desempeñen satisfactoriamente en condiciones de servicio (Holtz & Kovacs, 1981).

Algunas de las estructuras de materiales térreos de las cuales los ingenieros geotécnicos son responsables de sus diseños y construcción son los terraplenes para carreteras y vías férreas, los campos de aviación, las presas de tierra y enrocamiento, los diques y los acueductos. Asimismo, la seguridad de las presas y rehabilitación de presas viejas son aspectos importantes del área de ingeniería geotécnica (Holtz & Kovacs, 1981).

La ingeniería geotécnica es una disciplina altmanente empírica debido a las características variables de los terrenos naturales, en los que sus propiedades ingenieriles pueden variar ampliamente de un punto a otro en el interior de una masa de suelo por lo que para calcular adecuadamente se deben de aplicar correcciones empíricas o factores de seguridad a los diseños con el proposito de generar aproximaciones al comportamiento real de los materiales (Holtz & Kovacs, 1981).

3.1.1 APLICACIONES TÍPICAS DE LA GEOTECNIA

Según Sáez (2010) los cuatro casos típicos de problemas geotécnicos son: fundaciones, taludes, obras de contención y presas de tierra y se ilustran a continuación en la ilustración 8.

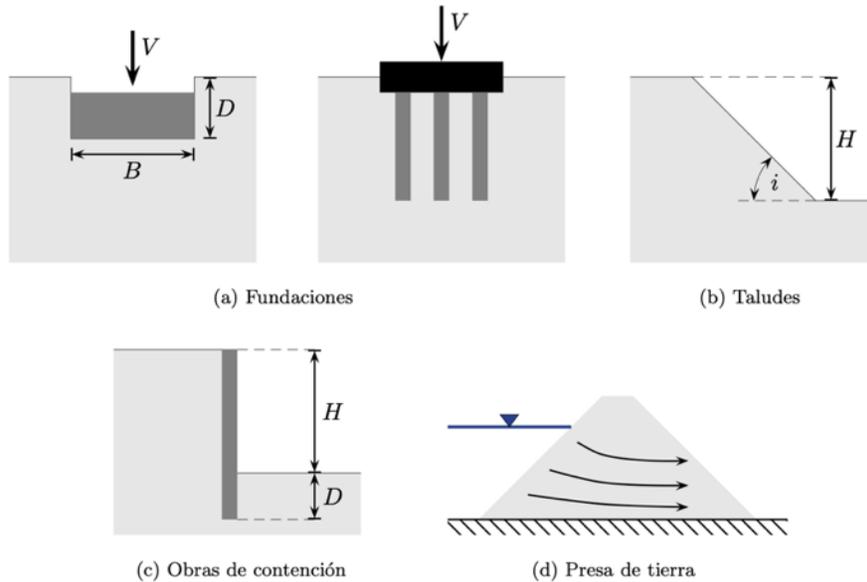


Ilustración 8. Obras típicas de la geotecnia

(Sáez, 2010)

Un estudio presentado por Biarez (1958), correspondiente al análisis de más de 250 incidentes en fundaciones en Europa, mostró que las mayores causas de siniestros están ligadas a:

- Asentamientos diferenciales (31% de siniestros): cargas no uniformes, fundaciones a profundidades distintas, asentamientos inducidos por la construcción de un edificio nuevo, suelos heterogéneos, suelos altamente compresibles, mala ejecución, vibraciones y deslizamientos de terreno.
- Daños debido al agua (21 % de siniestros): disminución de la resistencia mecánica del suelo debido al agua, erosiones, variaciones heterogéneas del contenido de humedad
- Errores o falta de cálculos (14 % de siniestros)

- Excavaciones (13 % de siniestros)
- Las restantes, fueron situaciones excepcionales. En más de la mitad de los casos, los trabajos fueron ejecutados sobre la base de un reconocimiento deficiente del suelo, lo que pone de manifiesto la importancia de un adecuado estudio de las condiciones del terreno. (Sáez, 2010, p. 5)
- Los taludes pueden ser de origen natural por erosión, o bien de origen humano debido a excavaciones o rellenos. La falla de un talud se manifiesta por el desprendimiento (generalmente rápido) de una masa de suelo que puede ser de unos pocos metros cúbicos, hasta millones decenas de millones de metros cúbicos. En la mayor parte de los casos, se puede estudiar como el deslizamiento de uno o varios bloques rígidos sobre una superficie de falla. El desafío para el ingeniero geotécnico consiste en definir la superficie de falla existente o potencial, en la elección de los parámetros de resistencia sobre la superficie de falla y en la definición de los factores que pueden desencadenar el deslizamiento. Las variables básicas de diseño son el ángulo del talud i y la altura H . (Sáez, 2010, p. 5)

Cuando un talud es demasiado profundo o empinado para sostenerse por sí mismo, se requiere una obra de contención. Se distingue normalmente entre las obras de contención esbeltas (cortinas, paredes o pantallas) y las obras de contención masivas (muros cantiléver o gravitatorios). La inestabilidad de una obra de contención

esbelta está asociada a la flexión del elemento estructural o a la rotación del conjunto suelo-estructura. La estabilidad de estas obras esbeltas se garantiza a través del empotramiento de parte de la estructura en el suelo (ficha) y por medio de elementos mecánicos de anclaje al suelo. En el caso de muros, las inestabilidades están asociadas al volcamiento, deslizamiento, punzonamiento o a la degradación de su estructura debido a acciones externas. En el caso de obras de contención, las variables básicas de diseño son la altura H , la longitud de empotramiento D , junto con las características de resistencia y rigidez del elemento estructural y de los eventuales anclajes. (Sáez, 2010, p. 6)

La construcción de caminos y de otras obras de infraestructura involucra la extracción de grandes volúmenes de material y la ejecución de terraplenes. Junto con los diques y las presas, constituyen un área de la geotecnia donde el suelo y las rocas son los materiales de construcción y no un material natural que se debe utilizar sin poder controlar las características de sus propiedades mecánicas. Por ejemplo, una presa de tierra de un embalse debe ser estanca y estable. En este caso, uno de los mayores problemas es el flujo de agua a través de la obra, así como por debajo o por los costados. Durante la construcción o explotación de la presa, pueden ocurrir inestabilidades asociadas al deslizamiento del cuerpo de la presa, o al deslizamiento parcial de los taludes que la conforman. Los flujos de agua preferenciales al interior de la obra pueden erosionarla internamente induciendo la falla. En efecto, el diseño

de presas de tierra es uno de los problemas más complejos de la ingeniería geotécnica. (Sáez, 2010, p. 6)

3.2 MECÁNICA DE SUELOS

3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Sáez (2010) indica que los sistemas de clasificación de suelos tienen por objetivo ordenar los suelos en familias con características geotécnicas similares. De esta manera es posible agrupar muestras tomadas durante una campaña de exploración de un terreno para construir perfiles geotécnicos del sitio. Esta información es complementada con datos geológicos.

Los sistemas de clasificación de suelos se pueden basar en la aptitud del suelo para ser utilizado en ingeniería civil o se pueden basar en ensayos de identificación. En geotecnia no vial se emplea el método de clasificación USCS (Unified Soil Classification System). En cambio, en vialidad se emplea el método de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

3.2.2 TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS

Independientemente de su origen, los tamaños de partículas que conforman el suelo pueden variar en un amplio intervalo. Los suelos son generalmente llamados *grava*, *arena*, *limo* o *arcilla*, dependiendo del tamaño predominante de las partículas dentro del suelo. Para describir los suelos por su tamaño de partícula, varias organizaciones han desarrollado *límites de separación de tamaño de suelo*. (Das, 2013, p.28)

En la tabla 1 se muestran los límites de separación de tamaño de suelo desarrollados por el Instituto de Tecnología de Massachusetts, el Departamento de Agricultura de E.U., la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U. y la Oficina de Reclamación de E.U. En esta tabla el sistema del MIT se presenta sólo a modo de ejemplo, ya que juega un papel importante en la historia del desarrollo de los límites de separación de tamaño de suelo. Sin embargo, en la actualidad el Sistema Unificado es casi universalmente aceptado y ha sido adoptado por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. (Das, 2013, p.28)

Tabla 1. Límites de separación por de tamaño de grano

Nombre de la organización	Tamaño de grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de E.U. (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U., Oficina de Reclamación de E.U., Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (p.ej., limos y arcillas) <0.075	

(Das, 2013)

Las *gravas* son fragmentos de rocas con partículas ocasionales de cuarzo, feldespato y otros minerales.

En las partículas de *arena* predominan el cuarzo y el feldespato. A veces también pueden estar presentes granos de otros minerales.

Los *limos* son las fracciones microscópicas del suelo que consisten en fragmentos de cuarzo muy finos y algunas partículas en forma laminar que son fragmentos de minerales micáceos. (Das, 2013, p.28)

Las *arcillas* son en su mayoría partículas en forma de láminas microscópicas y submicroscópicas de mica, minerales de arcilla y otros minerales. Las arcillas se definen generalmente como partículas menores de 0.002 mm. En algunos casos las partículas de tamaño entre 0.002 y 0.005 mm también. Las partículas se clasifican como *arcilla* sobre la base de su tamaño, ya que no pueden contener necesariamente minerales de arcilla. Las arcillas se definen como aquellas partículas “que desarrollan plasticidad cuando se mezclan con una cantidad limitada de agua” (Grim, 1953). Das, 2013, p. 28)

Suelos no arcillosos pueden contener partículas de cuarzo, feldespato, mica o son lo suficientemente pequeños como para estar dentro de la clasificación de tamaño de arcilla. Por lo tanto, esto es apropiado para partículas de suelo más pequeñas que 2m o de 5m, como se ha definido bajo diferentes sistemas, a las que se llamará partículas de tamaño de arcilla en lugar de arcilla. Las partículas de arcilla son en la mayoría de su intervalo de tamaño coloidal ($<1\mu$), y 2μ parece ser el límite superior. (Das, 2013, p. 28)

3.2.2.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS por sus siglas en inglés)

Das (2013) indica:

La forma original de este sistema fue propuesto por Casagrande en 1948 para su uso en los trabajos de construcción del aeródromo realizado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la Segunda Guerra Mundial. En colaboración con el U.S. Bureau of Reclamation, este sistema fue revisado en 1952. En la actualidad, es ampliamente utilizado por los ingenieros (Norma ASTM D-2487). El Sistema Unificado de Clasificación clasifica los suelos en dos grandes categorías:

- Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.
- Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

- W: bien clasificado
- P: mal clasificado
- L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)

- H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

3.2.3 RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS

La *resistencia cortante* de un suelo es la resistencia interna por unidad de área que la masa de suelo puede ofrecer a la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano en su interior. Los ingenieros deben entender los principios de la resistencia al cizallamiento del suelo para analizar los problemas, como

- Capacidad de carga de cimentaciones superficiales
- Estabilidad de taludes naturales o de origen humano
- Estimación de la presión lateral de tierra para el diseño de estructuras de retención de tierras
- Capacidad de carga de pilotes y pozos perforados

La resistencia al cizallamiento es, en general, una función de

- La cohesión entre las partículas del suelo
- La resistencia a la fricción entre las partículas sólidas
- El contenido de humedad y la presión del agua intersticial en la masa del suelo

(Das, 2013, p. 228)

3.2.4 CONSOLIDACIÓN

Un aumento de esfuerzo causado por la construcción de cimientos u otras cargas comprime las capas de suelo. La compresión es causada por (a) la deformación de

partículas del suelo, (b) la reorientación de las partículas del suelo y (c) la expulsión de aire o agua de los espacios vacíos. En general, el asentamiento del suelo causado por la carga puede dividirse en dos amplias categorías:

1. *Asentamiento elástico*, que es causado por la deformación elástica del suelo seco y de los suelos húmedos y saturados sin ningún cambio en el contenido de humedad. Los cálculos de los asentamientos elásticos se basan generalmente en ecuaciones derivadas de la teoría de la elasticidad.
2. *Asentamiento de consolidación*, que es el resultado del cambio de volumen en un suelo cohesivo saturado debido a la expulsión de agua intersticial. El asentamiento de consolidación es dependiente del tiempo. (Das, 2013, p. 183)

Tabla 2. Sistema unificado de clasificación de suelos

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo	
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	
		Menos de 5% finos ^a	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP	
		Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM	
		Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW	
		Menos de 5% finos ^b	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP	
		Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM	
		Más de 12% finos ^{b,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC	
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL	
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	ML	
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
			Límite líquido: no secado		
		Orgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH	
			Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH	
Suelos altamente orgánicos		Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico		Pt	

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$${}^c C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

(Das, 2013)

3.3 NORMAS TÉCNICAS

3.3.1 ASTM D3080-11 - ENSAYO DE CORTE DIRECTO

El ensayo de corte directo regido por la norma ASTM D3080-11 rige la determinación de la resistencia al cizallamiento con drenaje consolidado de un material de suelo en cizallamiento directo. En el desarrollo de esta prueba se deforma una muestra de suelo a una velocidad controlada y en un solo plano de corte que es definido por el aparato en el que se desarrolla la prueba. Este ensayo se realiza en tres muestras o más a las cuales se le aplican cargas normales diferentes a cada una y se determinan los efectos sobre la resistencia al corte y el desplazamiento. Los resultados de la prueba se pueden ver afectados por la presencia de partículas de suelo o rocas, el desarrollo de criterios para interpretar y evaluar los resultados de la prueba se deja al ingeniero u oficina que solicite la prueba. La velocidad de la prueba debe de ser lo suficientemente lenta como para poder asegurar condiciones de drenaje en la muestra. (ASTM International, 2011, p. 1)

3.3.2 ASTM D2435-11 – ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

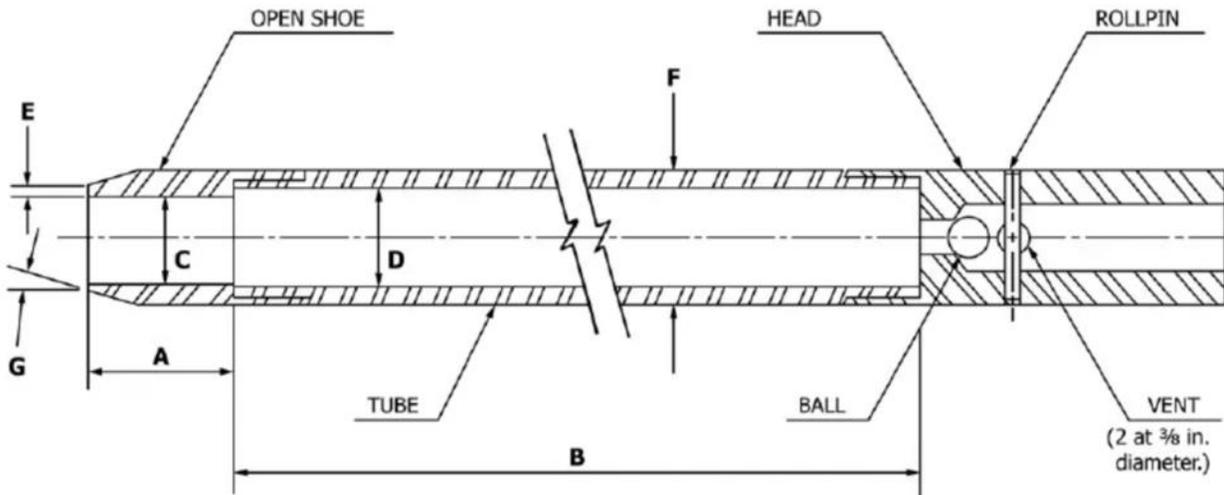
Los datos de la prueba de consolidación se utilizan para estimar la magnitud y la tasa de asentamiento diferencial y total de una estructura o relleno de tierra. Las estimaciones de este tipo son de importancia clave en el diseño de estructuras de ingeniería y la evaluación de su desempeño. Los resultados de la prueba pueden verse muy afectados por alteraciones en la muestra. Se requiere una cuidadosa

selección y preparación de las muestras de prueba para reducir el potencial de efectos de perturbación. Los resultados de la prueba de consolidación dependen de la magnitud de los incrementos de carga. Tradicionalmente, la tensión axial se duplica para cada incremento, lo que da como resultado una relación de incremento de carga de 1. Para muestras intactas, este procedimiento de carga ha proporcionado datos a partir de los cuales las estimaciones de la tensión previa a la consolidación, utilizando técnicas de interpretación establecidas, se comparan favorablemente con las observaciones de campo. Los resultados de la prueba de consolidación dependen de la duración de cada incremento de carga. Tradicionalmente, la duración de la carga es la misma para cada incremento e igual a 24 horas. Estos métodos de prueba utilizan la teoría de consolidación convencional basada en la ecuación de consolidación de Terzaghi para calcular el coeficiente de consolidación, c_v . (ASTM International, 2011, p.1)

3.3.3 ASTM D1586-12 – MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y EL MUESTREO DE SUELOS EN BARRIL DIVIDIDO

Este método de prueba describe el procedimiento, generalmente conocido como Prueba de Penetración Estándar (SPT), para conducir un muestreador de barril partido con un martillo de 140 lb [63,5 kg] caído 30 pulgadas [750 mm] para obtener una muestra de suelo para su identificación y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador estándar de 50 mm [2 pulg.] de diámetro. El valor SPT

“ N ” es el número de golpes de martillo necesarios para impulsar el muestreador en el intervalo de profundidad de 0,5 a 1,5 pies [0,15 a 0,45 m] de un intervalo de conducción de 1,5 pies [0,45 m].



- A = 1.0 to 2.0 in. (25 to 50 mm)
- B = 18.0 to 30.0 in. (0.457 to 0.762 m)
- C = 1.375 ± 0.005 in. (34.93 ± 0.13 mm)
- D = 1.50 ± 0.05 – 0.00 in. (38.1 ± 1.3 – 0.0 mm)
- E = 0.10 ± 0.02 in. (2.54 ± 0.25 mm)
- F = 2.00 ± 0.05 – 0.00 in. (50.8 ± 1.3 – 0.0 mm)
- G = 16.0° to 23.0°

Ilustración 9. Muestreador de barril partido para ensayo SPT

(ASTM International, 2012)

Esta prueba es la prueba de perforación de exploración subterránea más utilizada realizada en todo el mundo. Numerosos estándares internacionales y nacionales están disponibles para el SPT que en general cumplen con este estándar. La prueba proporciona muestras con fines de identificación y proporciona una medida de la resistencia a la penetración que se puede utilizar para fines de diseño geotécnico. Muchas correlaciones locales e internacionales ampliamente publicadas que relacionan el conteo de golpes, o valor N , con las propiedades de ingeniería de

los suelos están disponibles para propósitos de ingeniería geotécnica. Los valores de SPT N se ven afectados por muchas variables permitidas en el diseño y ejecución de la prueba. Las investigaciones de la transmisión de energía en las pruebas SPT comenzaron en la década de 1970 y mostraron que los diferentes sistemas de martillo de caída proporcionan diferentes energías al muestreador en profundidad. Hay tantos diseños de martillo diferentes que es importante obtener la relación de transferencia de energía (ETR) para el sistema de martillo que se utiliza de acuerdo con el método de prueba D4633. Se ha demostrado que la ETR de varios sistemas de martillos varía entre el 45 y el 95% de la energía potencial máxima (PE). Dado que el valor de N es inversamente proporcional a la energía suministrada, N, los valores de diferentes sistemas están lejos de ser estándar. Ahora es una práctica común corregir los valores de N a un nivel de energía del 60% del total (PE), o valores de N 60 como se presenta aquí y en la práctica D6066. (ASTM International, 2012, p. 1)

3.3.4 ASTM D6431-18 – GUÍA ESTÁNDAR PARA EL USO DEL MÉTODO DE RESISTIVIDAD DE CORRIENTE CONTINUA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SITIOS SUBTERRÁNEOS

La técnica de resistividad se utiliza para medir la resistividad de los materiales del subsuelo. Aunque la resistividad de los materiales puede ser un buen indicador del tipo de material subterráneo presente, no es un indicador único. Si bien el método de resistividad se utiliza para medir la resistividad de los materiales terrestres, es el

intérprete quien, basándose en el conocimiento de las condiciones geológicas locales y otros datos, debe interpretar los datos de resistividad y llegar a una interpretación geológica e hidrológica razonable.

Las medidas de sondeo son uno de los usos más extendidos de la técnica de resistividad. Los sondeos proporcionan un medio para medir cambios de resistividad eléctrica con profundidad en un solo lugar. Se realizan varias mediciones con espaciamientos de electrodos crecientes. A medida que aumenta el espaciado de los electrodos, aumenta la profundidad y el volumen del material medido. El punto central de la matriz permanece fijo a medida que aumenta el espaciado eléctrico.

(ASTM International, 2018, p. 1)

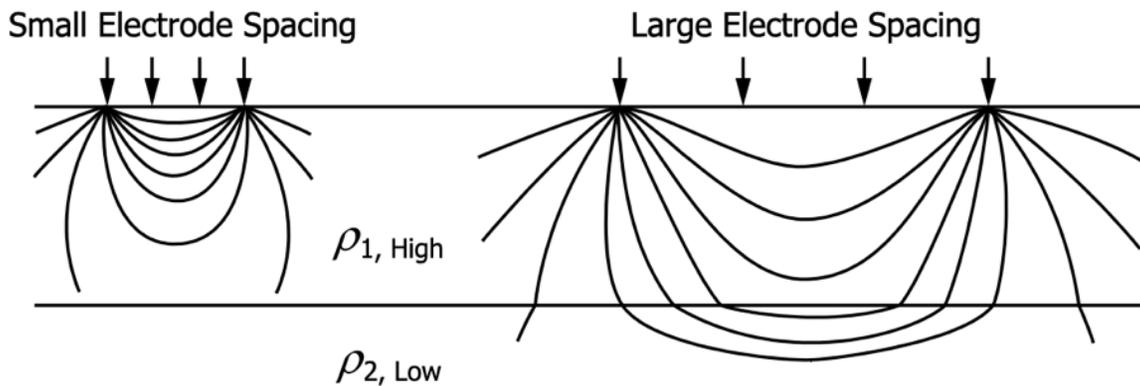


Ilustración 10. Muestras de mayor espaciado de electrodos mayor profundidad y volumen de tierra

(ASTM International, 2018)

3.3.5 ASTM D5777-18 – GUÍA ESTÁNDAR PARA EL USO DEL MÉTODO DE REFRACCIÓN SÍSMICA PARA LA INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

El método de refracción sísmica se utiliza para asignar condiciones geológicas incluyendo la profundidad hasta la roca madre, o a la mesa de agua, estratigrafía, litología, estructura, y las fracturas o todos estos. La velocidad de la onda sísmica calculada está relacionada con las propiedades mecánicas del material. Por lo tanto, la caracterización del material se hace sobre la base de la velocidad sísmica y otra información geológica. (ASTM International, 2018, p. 1)

3.4 ENSAYOS DE CAMPO

3.4.1 GEOFÍSICAS

La geofísica es la ciencia que estudia las propiedades físicas de la tierra o dicho de otro modo determina la estructura de la tierra a partir de diversas propiedades físicas características de cada material que la forman.

En sus aplicaciones a la geotecnia (y en la ingeniería civil en general) estas técnicas ayudan a resolver diversos problemas que se pueden encontrar en los primeros metros de profundidad.

Las ventajas asociadas a estas técnicas son: su relativo, bajo coste, la posibilidad de cubrir grandes extensiones de terreno y que no son técnicas destructivas. Como inconvenientes se puede destacar la posible indeterminación de los resultados debido a que son técnicas indirectas que requieren un proceso de inversión de datos

y la disminución de la resolución con el aumento de la profundidad investigada.

(CEDEX, 2015, p. 2)

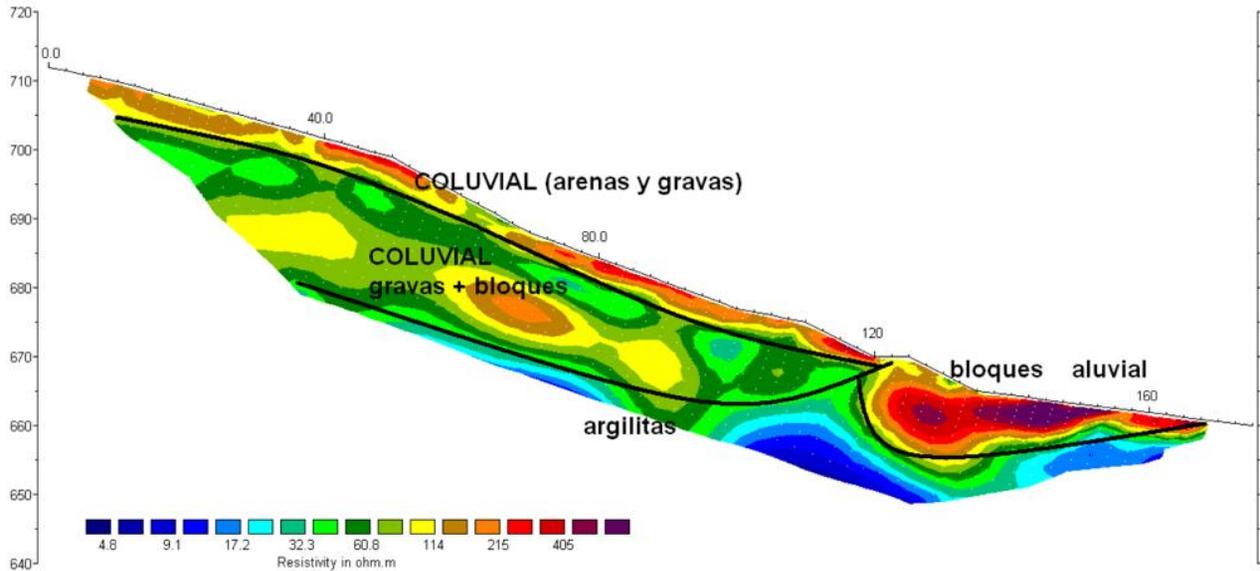


Ilustración 11. Perfil de ladera por medio de métodos geofísicos

(CEDEX, 2015)

3.4.1.1 Refracción Sísmica

El ensayo de refracción sísmica es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que lo conforman. Este método consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de compresión (Ondas P) generadas por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno.

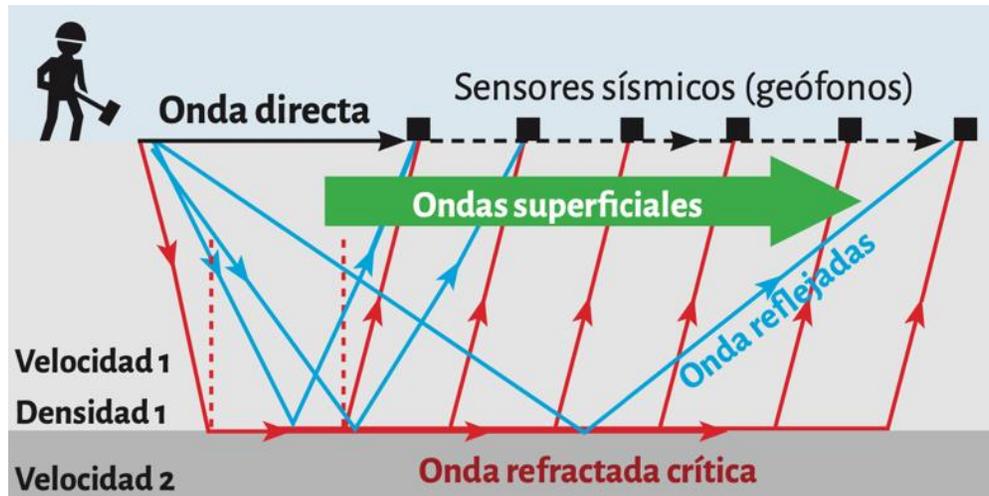


Ilustración 12. Esquema de la refracción sísmica y la llegada de ondas a los geófonos

(Rivera Zeta, Piedra Rubio, & Paripanca, 2016)

La energía, que se propaga en forma de ondas, es detectada, amplificada y registrada de tal manera que puede determinarse su tiempo de arribo en cada punto. El tiempo cero o inicio de la grabación es generado por un dispositivo de arranque o "trigger" que activa el sistema de adquisición de datos al momento de producirse el impacto o explosión. La diferencia entre el tiempo de arribo y el tiempo cero permite evaluar el tiempo de propagación de las ondas desde la fuente de energía hasta el lugar en que éstas son registradas. Los datos de tiempo y distancia obtenidos para diferentes ubicaciones del punto de aplicación de la energía (shot), nos permite determinar las velocidades de propagación de ondas P a través de los diferentes estratos de suelos y rocas cuya estructura, geometría y continuidad son investigadas. (Rivera Zeta, Piedra Rubio, & Paripanca, 2016, p. 51)

3.4.1.2 Sondeo eléctrico-vertical

El método consiste en determinar el parámetro de resistividad a profundidad, mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo y la medición del potencial resultante a través de un arreglo electródico tetraelectródico. El Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) como método geofísico de corriente directa (DC) es muy utilizado por su sencillez y la relativa economía instrumental apropiado para la adquisición en campo.

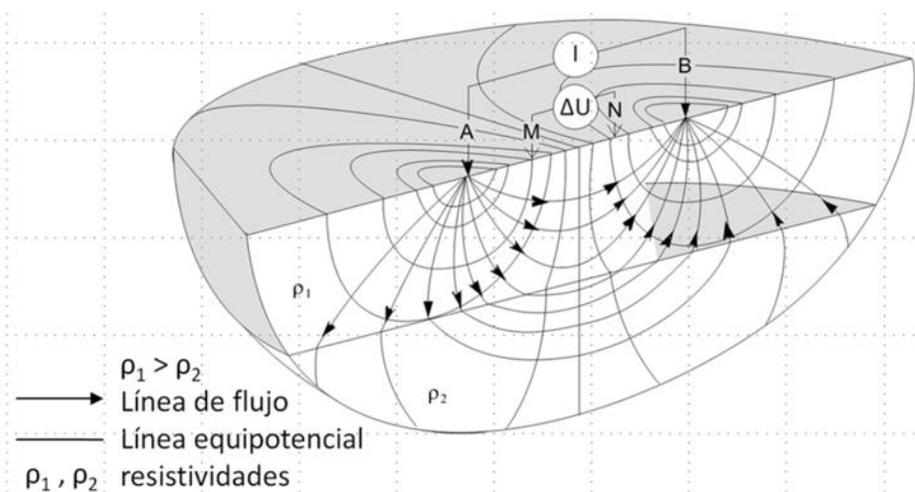


Ilustración 13. Inyección de corriente y medida del potencial

(Geotem Ingeniería S.A. de C.V., 2016)

Para la aplicación del método en campo, se distribuyen los electrodos con un orden definido, denominado dispositivo electródico. En la técnica Schlumberger, el arreglo consiste en cuatro electrodos alineados y simétricos respecto al centro de sondeo, utilizando la separación entre los electrodos de potencial, que es pequeña en relación con los electrodos de corriente. Para conocer los valores de resistividad a mayores profundidades, se incrementa de forma escalonada la separación de los

electrodos de corriente y de potencial, para que la corriente eléctrica atraviese los estratos del subsuelo cada vez a mayor profundidad. Los equipos funcionan con baterías o con motogenerador, lo que permite investigar acuíferos someros a poca profundidad o relacionar la composición geológica del suelo con fines de caracterización. (Geotem Ingeniería S.A. de C.V., 2016, p. 1)

3.4.2 SONDEOS GEOTÉCNICOS

Los sondeos geotécnicos están encaminados a:

- El reconocimiento de la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno.
- La extracción de muestras: Alteradas en toda la columna, inalteradas, de agua.
- La realización de ensayos "in situ".
- La realización de ensayos de permeabilidad: Lefranc (suelos), Lugeon (roca).

Tienen por objetivo reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno (y consecuentemente, establecer la columna litológica del terreno en el punto de investigación), así como extraer muestras de este a partir de los testigos de perforación y realizar ensayos "in situ" para determinar ciertas características mecánicas asociadas a cada litología. Por ello, en geotecnia las técnicas de prospección mediante las que no se obtiene muestra o se obtiene totalmente

alterada deben ser utilizadas con suma prudencia. (Herrera Herbert & Castilla Gomez, 2012 p. 13)

3.4.2.1 Penetración estándar (SPT)

El Sondeo de Penetración Estándar se emplea para recuperar muestras alteradas de suelo, la cuales en campo permiten identificar tipos de suelo y definir estratigrafía; en laboratorio, permiten la identificación de propiedades índice como contenido de humedad, límites de consistencia, entre otros. Con el número de golpes que se necesita para hincar el penetrómetro usado en la prueba se estima, mediante relaciones empíricas, la resistencia al corte.

El penetrómetro consiste en un tubo de acero en cuyo extremo se acopla una zapata afilada del mismo material. El tubo está cortado longitudinalmente para facilitar la observación y recuperación de la muestra. Si se estima necesario, se pueden usar canastillas para entrapar la muestra. (SEHEDIS, 2021, p. 1)

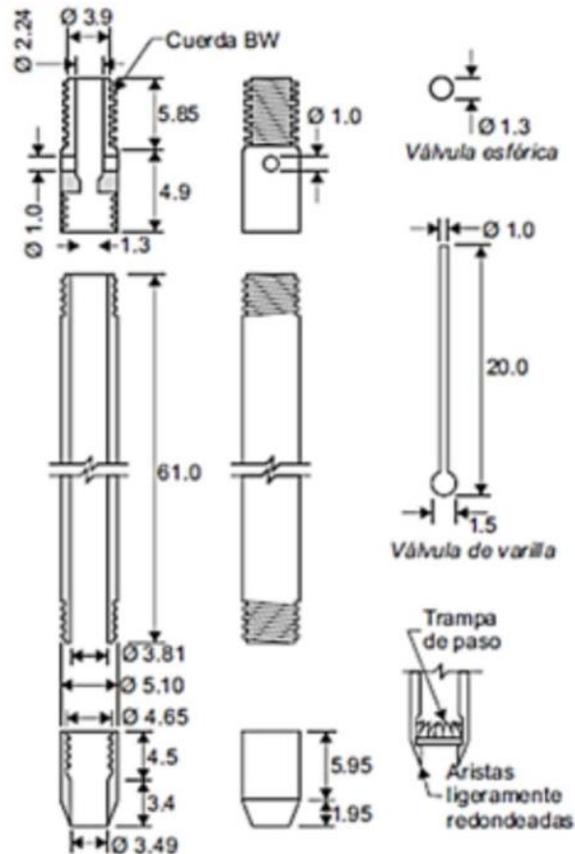


Ilustración 14. Dimensiones (en mm) del penetrómetro utilizado en sondeo SPT

(SEHEDIS, 2021)

Aparte del penetrómetro estándar, la ejecución de un SPT requiere la utilización del siguiente equipo:

- Columna de Barras: El penetrómetro se acopla en la parte inferior de una columna de barras de acero BW.
- Martinete Golpeador: El Penetrómetro se hinca mediante el golpeo de un martinete de 63.5 Kg con una caída de 76 centímetros. Tiene además una varilla guía por medidas de seguridad.

- Malacate: En el cual se enrolla un cable manila de 0.75 a 1 pulgada de diámetro, utilizado para levantar el martinete y dejarlo caer libremente.

Durante la ejecución del sondeo se debe hincar el penetrómetro 60 centímetros a la profundidad a la que se desea muestrear, contando el número de golpes del martinete correspondiente a cada etapa de 15 centímetros. En caso de que se alcancen 50 golpes sin que se supere alguna etapa de 15 cm, se debe suspender la prueba, pues en teoría se altera demasiado el suelo. (SEHEDIS, 2021, p. 1)

3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

3.5.1 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Ésta es la forma más antigua y simple de arreglo de prueba de corte. En la figura 10.3 se muestra un diagrama del aparato de prueba de corte directo. El equipo de prueba consiste en una caja de corte de metal en la que se coloca la muestra de suelo. Las muestras de suelo pueden ser cuadradas o circulares. El tamaño de las muestras utilizadas generalmente es alrededor de 20 a 25 cm² de sección transversal y de 25 a 30 mm de altura. La caja se divide horizontalmente en dos mitades. La fuerza normal sobre la muestra se aplica desde la parte superior de la caja de corte. El esfuerzo normal sobre las muestras puede ser tan grande como 1000 kN/m. La fuerza cortante se aplica moviendo una mitad de la caja con respecto a la otra para provocar una falla en la muestra de suelo. (Das, 2013, p. 233)

Dependiendo del equipo, la prueba de corte puede ser de esfuerzo o deformación controlados. En las pruebas de esfuerzo controlado, la fuerza de corte es aplicada en incrementos iguales hasta que la muestra falla y ésta ocurre a lo largo del plano de división de la caja de corte. Después de la aplicación de cada carga incremental, el desplazamiento cortante de la mitad superior de la caja se mide con un indicador horizontal. El cambio en la altura de la muestra (y por lo tanto el cambio de volumen) durante la prueba se puede obtener a partir de las lecturas de un indicador que mide el movimiento vertical de la placa superior de carga. (Das, 2013, p. 233)

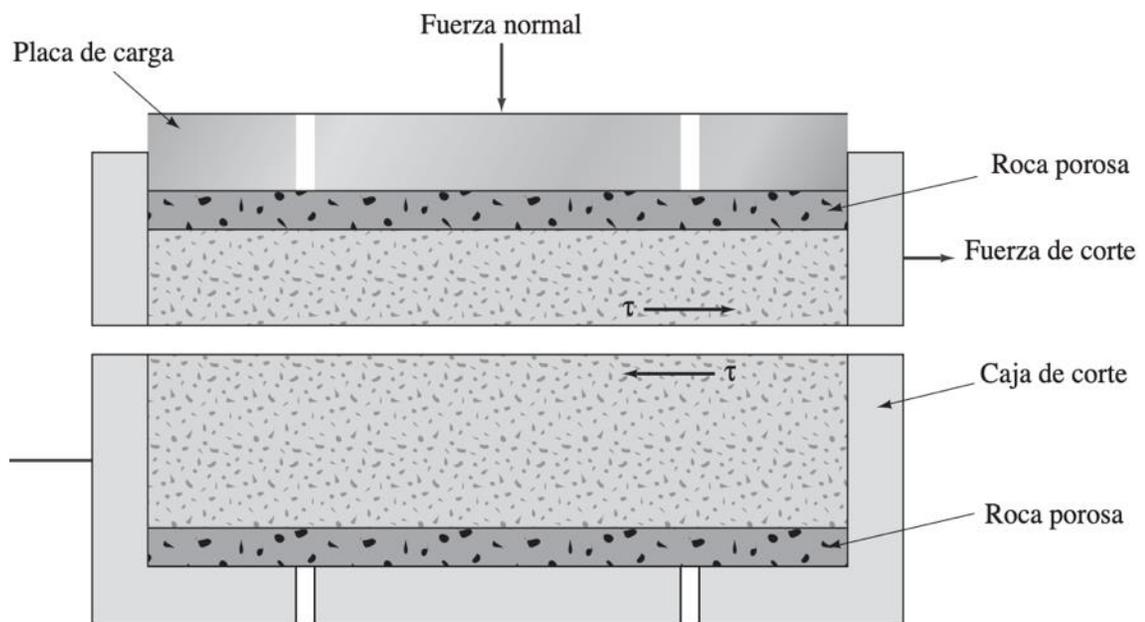


Ilustración 15. Diagrama de prueba de corte directo

(Das, 2013)

En las pruebas de deformación controlada, por medio de un motor que actúa a través de engranajes se aplica una velocidad constante de desplazamiento de cizalladura a una mitad de la caja. La constante de velocidad de desplazamiento de

corte se mide mediante un indicador de cuadrante horizontal. La fuerza de resistencia cortante del suelo correspondiente a cualquier desplazamiento de cizalladura se puede medir por un anillo de prueba horizontal o celda de carga. El cambio de volumen de la muestra durante la prueba se obtiene de una manera similar a las pruebas de esfuerzo controlado. (Das, 2013, p. 233)

En la ilustración 16, se muestra una ilustración del equipo utilizado por GeoConsult para ensayos de corte directo.



Ilustración 16. Equipo de corte directo Humboldt HM-2560A

(Sartell Instrumentation LTD, 2021)

La ventaja de las pruebas de deformación controlada es que, en el caso de la arena densa, la resistencia máxima al corte (es decir, a la falla), así como la resistencia mínima al corte (esto es, en un punto después de la falla, denominado *resistencia última*) se pueden observar y graficar. (Das, 2013, p. 234)

En las pruebas de esfuerzo controlado solo la resistencia máxima al corte puede ser observada y graficada. Se debe tener en cuenta que la resistencia máxima al esfuerzo cortante en las pruebas de esfuerzo controlado solo puede ser aproximada. Esto es debido a que la falla se produce a un nivel de esfuerzo en algún lugar entre el incremento de carga de pre falla y el incremento de la carga de falla. Sin embargo, las pruebas de esfuerzo controlado probablemente simulan situaciones reales de campo mejor que las pruebas de deformación controlada. (Das, 2013, p. 234)

Para una prueba determinada en suelo seco, el esfuerzo normal se puede calcular como

$$\sigma = \sigma' = \text{esfuerzo normal} = \frac{\text{esfuerzo normal}}{\text{área de la sección transversal de la muestra}}$$

Ecuación 1. Esfuerzo normal en suelo seco

(Das, 2013)

La resistencia al esfuerzo cortante para cualquier desplazamiento de cizalladura se puede calcular como

$$\tau = \text{esfuerzo cortante} = \frac{\text{resistencia al esfuerzo de corte}}{\text{área de la sección transversal de la muestra}}$$

Ecuación 2. Resistencia al esfuerzo cortante

(Das, 2013)

3.5.2 ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

El procedimiento de prueba de consolidación unidimensional fue sugerido por primera vez por Terzaghi (1925). Esta prueba se lleva a cabo en un consolidómetro

(a veces referido como un edómetro). La ilustración 17, muestra el diagrama esquemático de un consolidómetro.

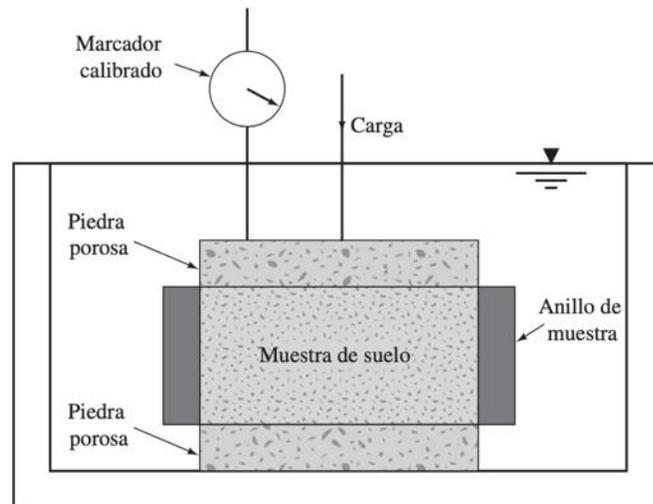


Ilustración 17. Consolidómetro

(Das, 2013)

La muestra de suelo se coloca dentro de un anillo de metal con dos piedras porosas, una en la parte superior de la probeta y otra en la parte inferior. Los especímenes tienen generalmente 63.5 mm de diámetro y 25.4 mm de espesor. La carga de la probeta es aplicada a través de un brazo de palanca y la compresión se mide mediante un micrómetro calibrado. Durante la prueba, la muestra se mantiene bajo el agua. Cada carga generalmente se mantiene durante 24 horas. Después de eso la carga por lo general se duplica, duplicando así la presión sobre la muestra, y se continúa con la medición de la compresión. Al final de la prueba, se determina el peso en seco de la muestra de ensayo. La ilustración 18 muestra una prueba de consolidación en curso.



Ilustración 18. Equipo de ensayo de consolidación unidimensional

(UTEST, 2018)

La forma general de la gráfica de deformación de la muestra en función del tiempo para un incremento de carga dada se muestra en la ilustración 19.

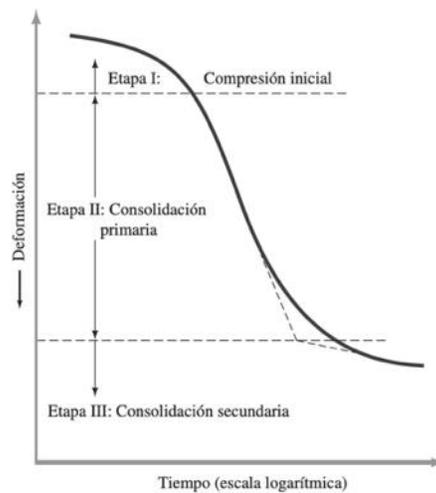


Ilustración 19. Gráfica de deformación en función del tiempo durante una consolidación

(Das, 2013)

3.5.3 GRANULOMETRÍA

Sáez (2010) define la granulometría como la repartición en promedio de las dimensiones de las partículas constituyentes del suelo, expresada en términos del porcentaje del peso total del material. Como la variación del peso de las partículas es en general baja, la distribución de los tamaños en función de peso o volumen son prácticamente equivalentes en la práctica.

La granulometría se representa a través de una curva granulométrica trazada en una escala semi-logarítmica donde:

Las abscisas representan el diámetro medio de las partículas D . Las ordenadas corresponden al porcentaje en peso del material total que posee un diámetro

inferior al de la abscisa correspondiente (porcentaje acumulado pasando en peso)

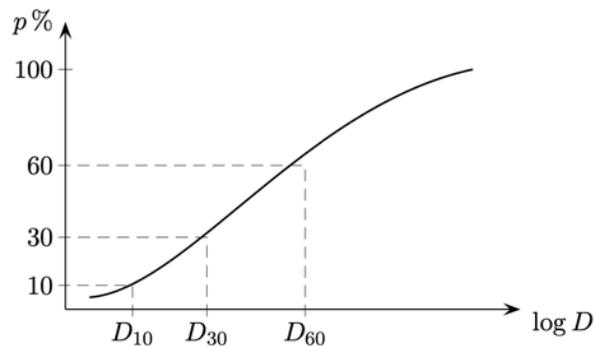


Ilustración 20. Curva granulométrica. Definición de D_{10} , D_{30} y D_{60}

(Sáez, 2010)

Si D_p corresponde al diámetro de ordenada p %, se define:

Tamaño efectivo:

$$D_{10}$$

Ecuación 3. Tamaño efectivo de partículas

(Sáez, 2010)

Coeficiente de uniformidad de Hazen:

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

Ecuación 4. Coeficiente de uniformidad o de Hazen

(Sáez, 2010)

Coeficiente de curvatura:

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

Ecuación 5. Coeficiente de curvatura

(Sáez, 2010)

En suelos granulares como gravas y arenas se habla de suelos bien y mal graduados.

Un material se considera bien graduado si tiene bien repartido todos los tamaños de partículas. Se considera mal graduado si faltan partículas de cierto diámetro. Los coeficientes de uniformidad y curvatura de un suelo bien graduado se indican a continuación en la tabla 3:

Tabla 3. Coeficientes de uniformidad y curvatura en suelos bien graduados

	C_U	C_C
Gravas	> 4	$1 \leq C_C \leq 3$
Arenas	> 6	$1 \leq C_C \leq 3$

(Sáez, 2010)

3.5.4 LÍMITES DE ATTERBERG

Sáez (2010) indica:

En la medida que el contenido de humedad de una muestra de suelo decrece, el material pasa por diversos estados:

- Estado líquido a contenido de humedad alto. El suelo se desparrama cuando se posa sobre una superficie horizontal. No posee prácticamente ninguna resistencia y las partículas están prácticamente separadas por agua.
- Estado plástico. El suelo es estable en estado natural, pero sufre grandes deformaciones (en gran parte irreversibles) cuando se le aplica carga sin variar significativamente su volumen, y sin presentar fisuración. El suelo está en un estado maleable que conserva la forma luego de imponer deformaciones. En caso de trituración, puede perder gran parte de su resistencia. Algunos suelos (suelos tixotrópicos), recuperan parte de su resistencia con el tiempo.
- Estado sólido. El suelo tiene el comportamiento de un sólido, es decir, la aplicación de cargas induce pequeñas deformaciones. El paso al estado sólido va acompañado de una reducción de volumen o contracción, para continuar luego a volumen constante.

Los contenidos de humedad asociados a cada uno de los estados anteriores dependen de la naturaleza del suelo. Se les conocen como:

Límite líquido w_L : entre el estado líquido y el plástico.

Límite plástico w_p : entre el estado plástico y el sólido.

Límite de contracción w_s : entre el estado sólido con reducción de volumen y el sólido sin contracción.

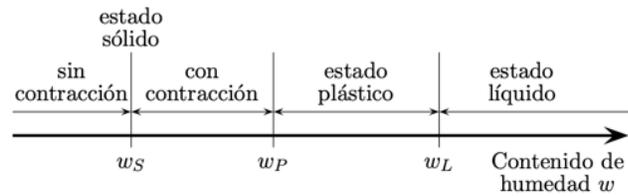


Ilustración 21. Estados del suelo en función del contenido de humedad

(Sáez, 2010)

IV. DESARROLLO

El desarrollo de la práctica profesional se realizó de manera presencial incluyendo trabajos de laboratorio y de gabinete en el edificio de GeoConsult y, ocasionalmente, visitas de campo para la supervisión de las actividades de perforación de suelos mediante sondeos mecánicos o extracción de calicatas y visitas en procesos de investigación o realización de ensayos de campo.

4.1 SEMANA 1

Tabla 4. Cronograma de actividades semana 1

Semana 1 (25 de enero a 29 de enero)					
Actividades	L u	M a	M i	J u	V i
Inducción general de la empresa, compañeros de trabajo y unidades de trabajo de la empresa					
Introducción por medio de ejemplos a pruebas de laboratorio					
Visitas de campo para supervisión de sondeos					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					

4.1.1 ACTIVIDADES SEMANA 1, DEL 25 DE ENERO AL 29 DE ENERO

En semana uno de práctica se recibió en primer lugar una inducción a la empresa, lo que incluyó una visita y una descripción de las actividades que se realizan en cada uno de los diferentes departamentos. GeoConsult cuenta con un laboratorio de suelos, y los departamentos de diseño, administrativo y geotecnia. El alumno practicante fue presentado ante sus compañeros de trabajo de los diferentes departamentos.

Entre las actividades realizadas en el Departamento de Geotecnia durante la primera semana se encuentran ensayos de laboratorio de corte directo y de consolidación

unidimensional que son los que se realizan con mayor frecuencia en el laboratorio de geotecnia. Además, se realizó una visita técnica a dos de los proyectos en los cuales se encuentra presente la empresa. Al final de la semana se ingresaron los resultados de los ensayos de corte directo con el objetivo de presentar un resumen de resultados a los clientes, previa revisión de los ingenieros del departamento.

4.1.1.1 Lunes 25 de enero

Como introducción se realizó una breve visita a los diferentes departamentos de GeoConsult con una explicación de las responsabilidades de cada departamento, que en algunas ocasiones trabajan en conjunto y de igual manera son independientes unas de otras. En el departamento de geotecnia se dio una breve explicación al alumno practicante acerca de los ensayos que se realizan, entre los que se encuentran el ensayo de corte directo y de compresión unidimensional, así como los que se realizan con mayor frecuencia, como el ensayo de corte triaxial que se realiza en menor medida y el análisis de las muestras de suelo y roca que se obtienen por medio de sondeos geotécnicos.



Ilustración 22. Área de trabajo

4.1.1.2 Martes 26 de enero

Se realizaron ensayos de corte directo para la familiarización con el proceso y sus diferentes pasos entre los que se encuentran los siguientes: la preparación del suelo ya que deben utilizarse las partículas que pasen el tamiz #4, la colocación del suelo en la

probeta, 3 capas con 25 golpes cada una y la colocación de la probeta en el equipo y la posterior preparación del equipo Humboldt y la computadora en la que ingresan los datos del ensayo. El ensayo consiste en la aplicación de presiones de 199, 347 y 493 kPa. En cada probeta se miden la carga a la que se encuentran sometidas en kN y la deformación horizontal experimentada por la probeta en mm. Mediante este ensayo se obtienen como resultado el ángulo de fricción del suelo y su cohesión dependiendo del tipo de suelo analizado.



Ilustración 23. Resultado de probetas en ensayo de corte directo

4.1.1.3 Miércoles 27 de enero

Se realizaron visitas de campo en dos de los proyectos en los que participa GeoConsult a Viviendas Morazán de SINAP en el sur de la ciudad y proyecto privado en un terreno en la colonia El Trapiche, Tegucigalpa, MDC. En la visita al primer proyecto realizó un reconocimiento visual de la zona de trabajo ya que por motivos técnicos no se pudieron realizar los sondeos. En la visita al segundo proyecto se observó el funcionamiento de la maquinaria de extracción de testigos de suelo y roca. El sondeo realizado obtuvo muestras hasta una profundidad de 15 metros. Además, se realizaron dos ensayos de corte directo de un suelo proveniente de República Dominicana.



Ilustración 24. Visita técnica residencial El Trapiche

4.1.1.4 Jueves 28 de enero

Se realizó el cambio de cargas en el ensayo de consolidación unidimensional y la lectura de datos del dial y se ingresaron posteriormente en un formato de Excel. Adicionalmente se realizaron dos ensayos de corte directo en muestras de suelos provenientes del sondeo supervisado en la residencial el Trapiche y se realizó el ingreso de los resultados a un formato de Excel en el que se calcula el ángulo de fricción y la cohesión del suelo. Posteriormente se prepara en un documento PDF un informe técnico que es presentado al cliente.



Ilustración 25. Preparación de muestras de suelo para probetas de corte directo

4.1.1.5 Viernes 29 de enero

Se realizaron 2 ensayos de corte directo en suelos de tipo arena arcillosas provenientes del proyecto de Viviendas Morazán. Adicionalmente se realizó el ingreso de los resultados

de los ensayos de corte directo y un análisis de los resultados obtenidos de acuerdo con una inspección visual del tipo de suelo. Finalmente se pudieron observar dos ejemplos de prueba a compresión simple en suelos cohesivos.



Ilustración 26. Prueba de compresión simple en suelo cohesivo

4.2 SEMANA 2

Tabla 5. Cronograma de actividades semana 2

Semana 2 (1 de febrero a 5 de febrero)					
Actividades	L u	M a	M i	J u	V i
Reconocimiento visual de características de muestras de sondeos.					
Ingreso de datos de ensayo de consolidación unidimensional					
Visitas de campo para reconocimiento geológico y geotécnico					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					

4.2.1 ACTIVIDADES SEMANA 2, DEL 1 DE FEBRERO AL 5 DE FEBRERO

En la segunda semana de práctica se tomó un enfoque diferente al de la primera semana en cuanto al análisis de los resultados y de los tipos de suelos probados en el laboratorio. El desarrollo de la semana se enfocó más en la fomentación de un análisis crítico a los resultados de laboratorio por medio de un análisis previo de las características de los suelos. La idea de realizar un análisis crítico de las características de los suelos es con el objetivo de poder identificar si hay algún error o verificar los resultados de ángulo de fricción o cohesión de un suelo basándose en un criterio visual y soportado por otros análisis de laboratorio como los ensayos granulométricos o de plasticidad de los suelos. Además, se realizó una visita de campo en la cual se analizó a profundidad las características de las rocas. Finalmente se conoció a mayor profundidad los servicios que ofrece GeoConsult a sus clientes como análisis geotécnicos y el análisis de resultados de laboratorio en base a lo que se desea construir en el proyecto.

4.2.1.1 Lunes 1 de febrero

Se realizaron diferentes ensayos en muestras de suelo provenientes de República Dominicana. La muestra analizada cuenta con propiedades de un suelo arcilloso. Para este tipo de suelo se realizaron pruebas de consolidación unidimensional en fase de descarga de 16 kg a 8 kg. Además, se realizaron pruebas de corte directo a una muestra de suelo proveniente de un terreno ubicado en la colonia El Trapiche y al suelo proveniente de República Dominicana.

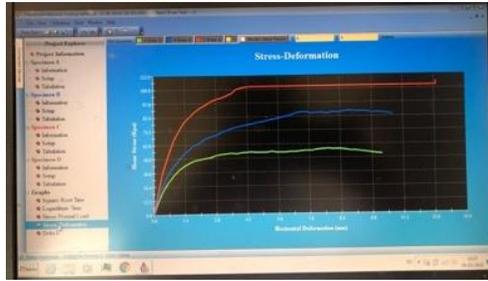


Ilustración 27. Resultado gráfico de esfuerzo v deformación de ensayo de corte directo en suelo arcilloso.

4.2.1.2 *Martes 2 de febrero*

Se realizó en primer lugar un análisis visual a un sondeo proveniente del proyecto del Aeropuerto Internacional de Palmerola por medio del cual se ubican de manera aproximada los tipos de suelo que componen los diferentes estratos de la zona en la cual se realizó el sondeo. El objetivo del análisis visual es crear un criterio con el cual se poder tener una idea aproximada de los resultados esperados de los ensayos de laboratorio. Además, se realizaron dos ensayos de corte directo al suelo proveniente de República Dominicana para comprobar resultados al ser un suelo de características plásticas. Finalmente se realizó una visita técnica a un proyecto de SINAP llamado Viviendas Morazán en el cual se analizaron las características de un talud de roca alterada y se observó la extracción de muestras en el sitio por medio de un sondeo.



Ilustración 28. Supervisión de sondeo geotécnico en proyecto Viviendas Morazán.

4.2.1.3 Miércoles 3 de febrero

Se realizaron ensayos de corte directo en muestras de suelo identificadas como arenas arcillosas provenientes de proyecto del Aeropuerto Internacional de Palmerola para el cual se desarrollaron dos ensayos y otros dos ensayos adicionales en muestras de un suelo identificado como una arcilla de un proyecto en la colonia La Era. Adicionalmente se ingresaron los resultados de los ensayos de corte directo a un formato Excel para la posterior elaboración de los informes técnicos.



Ilustración 29. Resultado probetas de ensayo de corte directo en proyecto Palmerola.

4.2.1.4 Jueves 4 de febrero

Se realizaron tres ensayos de corte directo de un suelo proveniente de la colonia La Era de diferentes sondeos, las muestras de suelo fueron clasificadas como arena arcillosa con

gravas. Además, se realizó el ingreso de los resultados de los ensayos de corte directo a un formato Excel para posteriormente ser incluido en un informe técnico.

Finalmente se realizó un análisis visual de las características de una roca extraída de un sondeo realizado en el proyecto de Viviendas Morazán. La roca se identificó como un basalto.

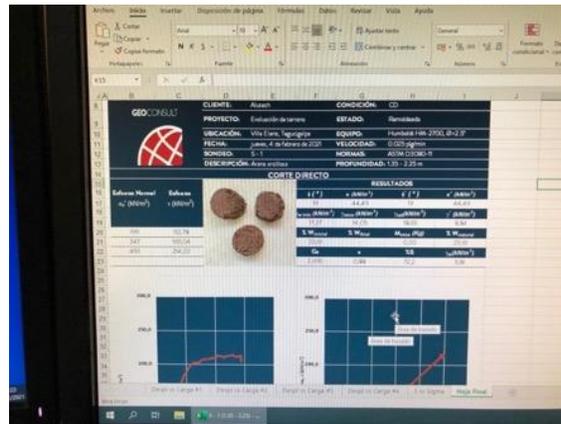


Ilustración 30. Ingreso de resultados de prueba de corte directo.

4.2.1.5 Viernes 5 de febrero

En primer lugar, se tomaron datos de la prueba de consolidación unidimensional y se ingresaron a un formato Excel. Además, se realizaron pruebas de corte directo a una muestra de suelo provenientes del proyecto Viviendas Morazán que se clasificó como una arena arcillosa. Posteriormente se realizó el ingreso de los resultados del ensayo de corte directo a un formato Excel para su inclusión en un informe técnico.



Ilustración 31. Resultado ensayo de corte directo en muestra de suelo de Viviendas Morazán.

4.3 SEMANA 3

Tabla 6. Cronograma de actividades semana 3

Semana 3 (8 de febrero al 12 de febrero)					
Actividades	L u	M a	M i	J u	V i
Reconocimiento visual de características de muestras de sondeos					
Ingreso de datos de ensayo de consolidación unidimensional					
Visitas de campo y realización de ensayo eléctrico-vertical					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					
Realización de logs de SPT					
Realización de pedidos a laboratorio					
Primera visita de supervisión por Ing. Karla Uclés					

4.3.1 ACTIVIDADES SEMANA 3, DEL 8 DE FEBRERO AL 12 DE FEBRERO

En la tercera semana de práctica se realizó durante toda la semana la lectura e ingreso de datos de la prueba de consolidación unidimensional para ser ingresados en un informe

técnico presentado al cliente, el ensayo finalizó el viernes 12 de febrero. Se realizaron, además, múltiples pruebas de corte directo ante el ingreso de nuevas muestras de suelo proveniente de diferentes proyectos. Se realizó un ensayo eléctrico-vertical como primer ensayo de campo durante el periodo de práctica profesional. Finalmente se recibió la visita de la ingeniera Karla Uclés a las instalaciones de GEOCONSULT con motivo de la primera visita de supervisión de la práctica profesional.

4.3.1.1 Lunes 8 de febrero

Se tomaron datos de ensayo de consolidación unidimensional en fase de descarga de 32 a 16 kg para luego ser ingresados en un formato Excel. Adicionalmente se recibieron 10 diferentes sondeos provenientes de Roatán, para los cuales se realizó un reconocimiento visual general y se realizaron pedidos de granulometría y gravedad específica al laboratorio de suelos. Finalmente se ingresaron los datos de ensayo SPT realizados en Roatán en el cual se ingresó la cantidad de golpes necesarios para penetrar el estrato de suelo. Los resultados obtenidos se ingresan en un formato Excel con el cual se genera un informe técnico presentado al cliente.



Ilustración 32. Ingreso de muestras de sondeos

4.3.1.2 Martes 9 de febrero

Se realizó el ingreso de datos de ensayo de consolidación unidimensional en fase de descarga de 16 a 8 kg para luego ser ingresados en un formato Excel. Adicionalmente se realizaron pruebas de corte directo en un suelo con características de una arena arcillosa. Para la realización del ensayo de corte directo se preparó con antelación la muestra de suelo.



Ilustración 33. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en arena arcillosa

4.3.1.3 Miércoles 10 de febrero

Se realizó el ingreso de datos de ensayo de consolidación unidimensional en fase de descarga de 8 a 4 kg para ser ingresados en un formato Excel. Además, se realizó una visita técnica al proyecto Viviendas Morazán en desarrollo por el Sistema Nacional de

Administración de la Proiedad de Honduras (SINAP) en el cuál se realizaron tres ensayos eléctrico-verticales para la elaboración de un perfil del terreno. Los ensayos se realizaron en una distancia de 50 metros cada uno completando así un total de 150 metros.



Ilustración 34. Desarrollo de ensayo eléctrico-vertical

4.3.1.4 Jueves 11 de febrero

Se realizó la lectura de datos del deformímetro en el ensayo de consolidación unidimensional para ser ingresado en un formato Excel, la lectura fue tomada en fase de descarga de 4 kg a 2 kg. Adicionalmente se realizaron dos ensayos de corte directo en un suelo con características de una arcilla una de las muestras de suelo y el otro con características de una arena arcillosa.



Ilustración 35. Resultado de probeta luego de ensayo de corte directo

4.3.1.5 Viernes 12 de febrero

Se realizó la lectura final del deformímetro de la prueba de consolidación unidimensional, además, se extrajo la probeta de suelo utilizada para la prueba y se ingresaron los resultados finales a un formato Excel para la realización de un análisis de resultados. En el transcurso del día se recibió la visita de supervisión por parte de la ingeniera Karla Uclés a las instalaciones de GeoConsult para conocer el área de trabajo, verificar el cumplimiento de actividades y horario de trabajo. Finalmente se realizaron dos ensayos de corte directo en una muestra de suelo con características de una arena arcillosa y un suelo con características de una arcilla.



Ilustración 36. Visita de supervisión por ing. Karla Uclés

4.4 SEMANA 4

Tabla 7. Cronograma de actividades semana 4

Semana 4 (15 de febrero al 19 de febrero)					
Actividades	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Reconocimiento visual de características de sondeo e ingreso de logs.					
Visitas de campo.					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					
Desarrollo de informe de propuesta técnico-económica					

4.4.1 ACTIVIDADES SEMANA 4, DEL 15 DE FEBRERO AL 19 DE FEBRERO

En la cuarta semana de práctica profesional se continuó con la realización de ensayos de corte directo los primeros tres días de la semana complementados con el ingreso de características de un sondeo de perforación por rotación en el cual se ubica la profundidad a la cual se encuentra la roca, se realiza una inspección preliminar en la cual se determina el tipo de roca y la separación entre los estratos. Finalmente se realiza un registro fotográfico. La semana culminó con dos visitas técnicas, una a una ferretería

ubicada en la carretera CA-5 a solicitud del cliente donde se realizó un reconocimiento visual del problema presente manifestado por el cliente. Finalmente se realizó una visita a un terreno en la colonia Lomas del Guijarro con el objetivo de realizar un ensayo de refracción sísmica que ayuda a generar un perfil del terreno.

4.4.1.1 Lunes 15 de febrero

Se realizó la calibración del equipo de trabajo HUMBOLDT HM-2560A utilizado para la elaboración de ensayos de corte directos regidos por la norma ASTM-D3080. Posteriormente se realizaron diferentes ensayos de corte directo con un suelo con valores de ángulo de fricción y cohesión conocidos para corroborar los resultados. Los moldes para las probetas utilizados fueron de diferentes diámetros, un molde de 50.8 mm de diámetro utilizado convencionalmente para la realización del ensayo y un molde de 63 mm de diámetro. Se realizaron un total de diez probetas, cinco probetas para cada ensayo de diferente diámetro.



Ilustración 37. Equipo HUMBOLDT HM-2560A para ensayo de corte directo

4.4.1.2 Martes 16 de febrero

Se realizó la preparación de muestras de suelo para el posterior desarrollo de ensayos de corte directo. Se realizaron un total de tres ensayos de corte directo en un suelo clasificado en Sistema Unificado de Clasificación de Suelos como una arena por el

laboratorio de GeoConsult. Posteriormente se realizó el ingreso de los resultados de los tres ensayos a un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.



Ilustración 38. Resultado de probeta de suelo arenoso de ensayo de corte directo

4.4.1.3 Miércoles 17 de febrero

Se realizó un ensayo de corte directo en una muestra de suelo de un proyecto realizado en Choloma con características de arena. Adicionalmente se realizó un reconocimiento visual de un sondeo de perforación por rotación realizado en la zona de Lomas del Guijarro. En el reconocimiento visual identificó la profundidad a la cual se encuentra la roca (lutita), su grado aproximado de alteración y el nivel freático, además de un reconocimiento de los estratos.



Ilustración 39. Sondeo de perforación por rotación

4.4.1.4 Jueves 18 de febrero

Se realizó una visita técnica a una ferretería ubicada en la carretera CA-5 en Santa Cruz de Yojoa. El propósito de la visita fue a solicitud del cliente ya que las bodegas de almacenamiento de la ferretería presentaron múltiples grietas la losa de concreto hidráulico de la bodega. Cabe mencionar que las bodegas cuentan solamente con dos meses de actividad. Las bodegas fueron construidas sobre un relleno del cual no se tienen datos de laboratorio. Por lo tanto, se solicitó a GeoConsult la elaboración de un estudio geotécnico que identifique el problema ingenieril al cual se enfrenta la estructura de la bodega.



Ilustración 40. Toma de registro fotográfico de visita técnica

4.4.1.5 Viernes 19 de febrero

Se realizó el borrador de la propuesta técnico-económica de la visita realizada a Santa Cruz de Yojoa el día anterior. La propuesta incluye ensayos a realizar considerando las condiciones del terreno y lo observado en la visita. Además, se especifica la ubicación en los planos de los ensayos y un detalle económico de todas las actividades. Finalmente se realizó una visita técnica para la realización de un ensayo de refracción sísmica en un terreno ubicado en la colonia Lomas del Guijarro. Con los resultados del ensayo apoyado en un sondeo por rotación es posible realizar un perfil del terreno analizado.



Ilustración 41. Registro fotográfico de visita técnica Lomas del Guijarro

4.5 SEMANA 5

Tabla 8. Cronograma de actividades semana 5

Semana 5 (22 de febrero al 26 de febrero)					
Actividades	L u	M a	M i	J u	V i
Reconocimiento visual de características de sondeo e ingreso de logs.					
Diseño de perfil terreno					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					
Pedidos de ensayos de laboratorio					

4.5.1 ACTIVIDADES SEMANA 5, DEL 22 DE FEBRERO AL 26 DE FEBRERO

En la quinta semana de práctica profesional incrementó el desarrollo de ensayos de corte directo por la demanda de proyectos recibidos. Adicionalmente se realizaron reconocimientos de una variedad de sondeos de perforación por rotación en el cual se ubicaron los estratos de suelo y roca además de realizar los registros fotográficos y descripción de cada uno en los logs de sondeos. Al realizar los reconocimientos visuales

también se realizaron los pedidos de laboratorio de testigos de roca provenientes de cada sondeo. Se seleccionaron un diferente número de testigos considerados como los mas representativos de cada sondeo para realizar ensayos de densidad absoluta, absorción y resistencia compresiva uniaxial (UCS).

4.5.1.1 Lunes 22 de febrero

Se realizaron dos ensayos de corte directo y se ingresaron los resultados en un formato Excel para su inclusión en un informe técnico presentado al cliente. Ambos ensayos realizados fueron a suelos con características de arcillas. Adicionalmente se realizó un pedido de ensayos de laboratorio en roca para un sondeo de penetración por rotación proveniente del proyecto Viviendas Morazán ejecutado por SINAP. El sondeo contenía en su mayoría la roca denominada como toba con un nivel regular de alteración. Los ensayos solicitados al laboratorio fueron de absorción, densidad absoluta y resistencia uniaxial a la compresión (UCS).



Ilustración 42. Preparación de probetas para ensayo de corte directo.

4.5.1.2 Martes 23 de febrero

Se realizaron dos ensayos de corte directo y se ingresaron sus resultados a un formato de Excel para ser incluidos en un informe técnico presentado el cliente. Los suelos en los que se desarrollaron los ensayos de corte directo contaban con propiedades de un suelo arenoso y un suelo con altas cantidades de materia orgánica. Finalmente se realizó el perfil del terreno haciendo uso de los programas Pick Win que genera dromocromas que

son las gráficas de primeras llegadas de las ondas generadas por los golpes luego se utiliza el programa Plotrefa que determina las pendientes generadas en las dromocromas y general un perfil de velocidades a través de un proceso de iteración y Civil 3D para ubicar los perfiles de velocidades en la topografía del terreno.



Ilustración 43. Resultados de probetas de ensayo de corte directo en un suelo arenoso.

4.5.1.3 Miércoles 24 de febrero

Se realizaron tres ensayos de corte directo en un suelo de características de una arcilla, en un suelo con características de una arena y en un suelo con características de una arena arcillosa. Adicionalmente se ingresaron los resultados de los ensayos a un formato Excel para su inclusión en un informe técnico para el cliente.



Ilustración 44. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en una arena arcillosa.

4.5.1.4 Jueves 25 de febrero

Se realizó el ingreso de datos tres ensayos de corte directo en formato de Excel para ser incluidos en informe técnico para presentación al cliente. Adicionalmente se prepararon las muestras de suelo para la realización de futuros ensayos de corte directo. Finalmente se realizó un ensayo de corte directo a un suelo con características de arena limosa (SM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

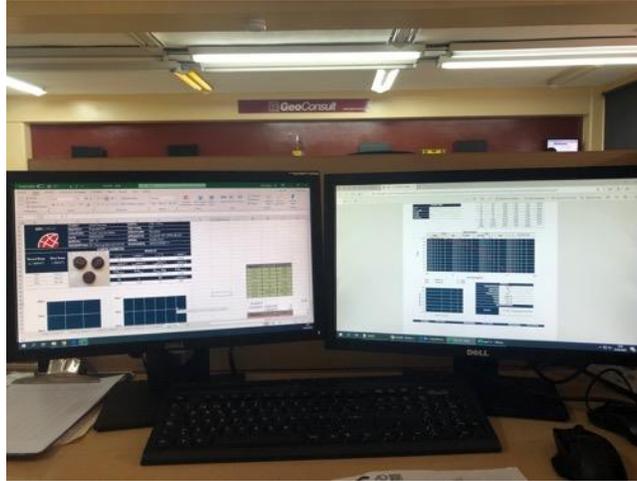


Ilustración 45. Trabajo en informe técnico de ensayos de corte directo.

4.5.1.5 Viernes 26 de febrero

Se realizaron tres ensayos de corte directo en suelos con características de arena limosa y suelos arcillosos y se ingresaron los resultados de los ensayos a formato Excel para su inclusión en un informe técnico. Adicionalmente se realizaron los pedidos para ensayos de laboratorio en rocas de absorción, densidad absoluta y resistencia compresiva uniaxial (UCS) a testigos de roca provenientes de dos diferentes sondeos de perforación por rotación realizados en el proyecto Viviendas Morazán ejecutado por SINAP.



Ilustración 46. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en una arena limosa.

4.6 SEMANA 6

Tabla 9. Cronograma de actividades semana 6

Semana 6 (1 de marzo al 5 de marzo)					
Actividades	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Reconocimiento visual de características de sondeo e ingreso de logs.					
Visitas de campo.					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					

4.6.1 ACTIVIDADES SEMANA 6, DEL 1 MARZO AL 5 DE MARZO

En la sexta semana de práctica profesional se realizó trabajo de laboratorio mediante la elaboración de 12 ensayos de corte directo provenientes de un proyecto de Roatán, los ensayos fueron elaborados a lo largo de toda la semana. Adicionalmente se realizó una

visita técnica para determinar las coordenadas de 4 sondeos realizados en el proyecto de Viviendas Morazán ejecutado por SINAP y poder determinar la profundidad a la cual se ubica el nivel freático en dichos sondeos. Finalmente, la semana se complementó con trabajo de oficina en formatos Excel.

4.6.1.1 Lunes 1 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelo arcilloso y en un suelo con alta cantidad de materia orgánica visible en su coloración y presencia de raíces. Los resultados de los ensayos fueron ingresados en un formato Excel para su inclusión en informes técnicos. Adicionalmente se realizó una visita al proyecto Viviendas Morazán para calcular las coordenadas de cuatro sondeos realizados. En los sondeos ubicados se procedió a buscar la profundidad del nivel freático. Se ubicó el nivel freático en solamente dos de los sondeos.



Ilustración 47. Visita técnica Viviendas Morazán

4.6.1.2 Martes 2 de marzo

Se realizaron cuatro ensayos de corte directo en suelos arenosos limosos y en suelos arcillosos. Los resultados de los ensayos fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico. Adicionalmente se ingresaron los resultados en un formato en inglés. En uno de los cuatro ensayos se realizaron cuatro probetas para confirmar los resultados.



Ilustración 48. Resultado de probetas en 4 ensayos de corte directo

4.6.1.3 Miércoles 3 de marzo

Se realizó el ingreso de 6 sondeos de SPT provenientes de las bodegas ubicadas en la carretera CA-5 en Santa Cruz de Yojoa, el ingreso de los sondeos incluye un registro fotográfico y una descripción preliminar de los materiales observados a distintas profundidades. Los primeros 5 metros de los sondeos incluían presencia de materia orgánica. Adicionalmente se realizaron dos ensayos de corte directo y se ingresaron sus resultados en un formato Excel para ser incluidos en informe técnico.

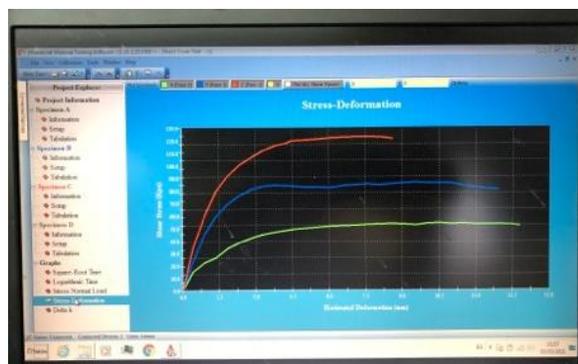


Ilustración 49. Gráfico esfuerzo cortante vs deformación horizontal en ensayo de corte directo

4.6.1.4 Jueves 4 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos arenosos. Los resultados de los ensayos fueron ingresados a un formato Excel para ser incluidos en informe técnicos. Adicionalmente se trabajó en el ingreso de facturas correspondientes a la logística necesaria para la elaboración de ensayos de perforación en la isla de Roatán, dichos ensayos fueron realizados en el mes de febrero.



Ilustración 50. Trabajo de oficina en laboratorio de geotecnia de GeoConsult

4.6.1.5 Viernes 5 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo en un suelo arenoso limoso y en suelo arcilloso arenoso. Los resultados de los ensayos fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos. Adicionalmente se revisaron y se modificaron informes técnicos de ensayos de corte directo anteriores para ser entregados en inglés y en español.



Ilustración 51. Equipo para elaboración de ensayo de corte directo

4.7 SEMANA 7

Tabla 10. Cronograma de actividades semana 7

Semana 7 (8 de marzo al 12 de marzo)					
Actividades	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Reconocimiento visual de características de sondeo e ingreso de logs.					
Trabajo de gabinete					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					
Visita de campo					

4.7.1 ACTIVIDADES SEMANA 7, DEL 8 DE MARZO AL 12 DE MARZO

En la séptima semana se realizaron trabajos de gabinete consistente en el desarrollo de informes técnicos de ensayos de corte directo. Adicionalmente se realizó el reconocimiento visual de las características de sondeos y pedidos de laboratorio de estos. Una visita de campo fue realizada para verificar la posibilidad de realización de un sondeo

de SPT y finalmente se realizaron ensayos de corte directo en diferentes muestras de suelo.

4.7.1.1 *Lunes 8 de marzo*

Se realizó el ingreso en inglés de 19 ensayos de corte directo en un formato Excel para ser presentados en un informe técnico. Para cada ensayo se revisó la clasificación del suelo en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos apoyado en los resultados de granulometría del suelo. Además, se revisaron datos de humedad, gravedad específica, así como el registro fotográfico de cada ensayo realizado.

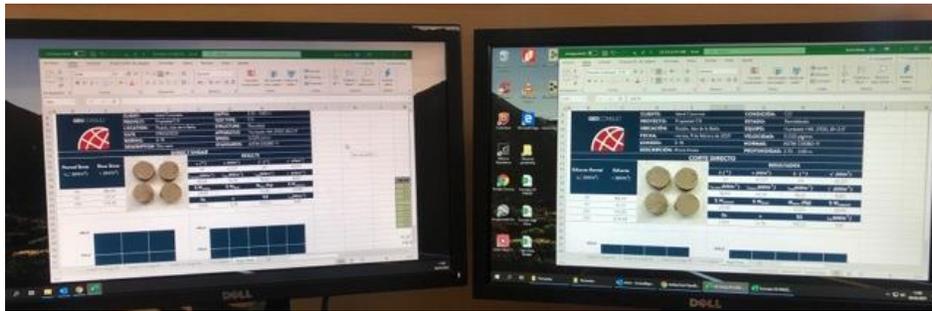


Ilustración 52. Trabajo de gabinete, informe técnico de corte directo

4.7.1.2 *Martes 9 de marzo*

Se realizaron tres ensayos de corte directo en suelos con características de arena arcillosa. Por su ubicación y color café rojizo pertenecen a la formación Río Chiquito, adicionalmente se ingresaron los resultados en un formato Excel para su inclusión en un informe técnico. Finalmente se realizó el ingreso de equipo para el laboratorio de geotecnia de la empresa. El equipo recibido es para la realización del ensayo triaxial, corte y talla de testigos de suelo y una sonda para la ubicación de nivel freático en perforaciones por rotación.



Ilustración 53. Elaboración de probetas para ensayo de corte directo

4.7.1.3 Miércoles 10 de marzo

Se realizó una visita preliminar a la rotonda ubicada en el bulevar La Hacienda donde se construirá una valla publicitaria para lo cual se realizará un ensayo de SPT por lo cual fue necesario comprobar la viabilidad para la realización del ensayo en el terreno. Adicionalmente se ingresaron los datos de un ensayo de SPT en el cual se realizó una inspección visual preliminar de las características de las muestras de suelo además de pedidos de granulometría y gravedad específica al laboratorio, y pedido de corte directo.



Ilustración 54. Inspección visual preliminar de características del suelo en un ensayo SPT

4.7.1.4 Jueves 11 de marzo

Se realizó el ingreso de las muestras de un ensayo SPT ubicado en el bulevar La Hacienda donde se colocará una valla publicitaria. Se realizó una descripción visual preliminar de las características del suelo. Adicionalmente se realizaron pedidos de ensayos de granulometría y gravedad específica y de corte directo para ser realizado en el laboratorio de geotecnia. Finalmente se realizaron tres ensayos de corte directo provenientes de diferentes proyectos, dos ensayos fueron realizados en un suelo arenoso arcilloso y el otro ensayo fue en un suelo limo arenoso. Se ingresaron los resultados de los ensayos en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.



Ilustración 55. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo limo arenoso.

4.7.1.5 Viernes 12 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo, uno en un suelo con características de limo arenoso y otro en suelo con características de arena limosa. En el limo arenoso fue necesaria la realización de cuatro probetas diferentes. Adicionalmente se realizó el ingreso de los resultados de las pruebas a un formato Excel para incluirlos en informes técnicos.



Ilustración 56. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo arena limoso.

4.8 SEMANA 8

Tabla 11. Cronograma de actividades semana 8

Semana 8 (15 de marzo al 19 de marzo)					
Actividades	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Trabajo de gabinete					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					

4.8.1 ACTIVIDADES SEMANA 8, DEL 15 DE MARZO AL 19 DE MARZO

En la octava semana el alumno practicante realizó ensayos de laboratorio consistentes en ensayos de corte directo además la inclusión de los resultados en informes técnicos. Adicionalmente se realizaron trabajos de gabinete que consistieron en la elaboración de elementos para la participación en una licitación.

4.8.1.1 Lunes 15 de marzo

Se realizó un ensayo de corte directo en un suelo limoso arenoso, para el cual fue necesaria la elaboración de cuatro probetas para confirmar la tendencia de los datos. Una probeta adicional se puede realizar repitiendo uno de los esfuerzos probados o como en el caso expuesto un esfuerzo de 639 kPa. Adicionalmente se realizó trabajo de gabinete consistente en la elaboración de elementos incluidos en un documento de licitación.



Ilustración 57. Gráficos de esfuerzo cortante vs deformación horizontal en ensayo de corte directo

4.8.1.2 *Martes 16 de marzo*

Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos con características de arena arcillosa. Adicionalmente se realizó el ingreso de los resultados de los ensayos en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.



Ilustración 58. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en una arena arcillosa

4.8.1.3 Miércoles 17 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo en diferentes tipos de suelo, el primero en una arcilla y el segunda en una arcilla limosa. Los resultados de ambos ensayos fueron ingresados en un formato Excel para su inclusión en un informe técnico.



Ilustración 59. Realización de probeta para un ensayo de corte directo

4.8.1.4 Jueves 18 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo en un limo arcilloso y en una arcilla arenosa. Los resultados de ambos ensayos fueron ingresados en un formato Excel para incluirlos en un informe técnico. Adicionalmente se trabajó en el desarrollo de ciertos elementos de un informe geotécnico donde se ubicaron los sondeos realizados con sus respectivas

coordenadas y representación en un plano. Además de la verificación de los ensayos realizados.

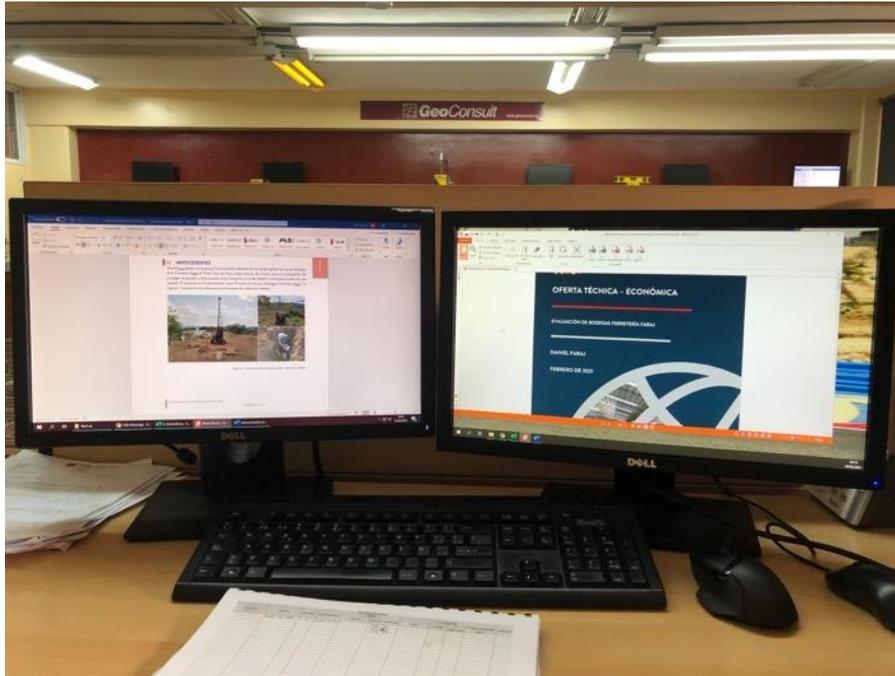


Ilustración 60. Trabajo de gabinete, desarrollo de informe geotécnico

4.8.1.5 Viernes 19 de marzo

Se continuaron los trabajos de gabinete consistentes en la recopilación en un informe técnico de los trabajos realizados en campo y laboratorio de un proyecto de la firma. Adicionalmente se comenzó una prueba de un ensayo de corte triaxial en el laboratorio haciendo uso de nuevo equipamiento obtenido por la firma.



Ilustración 61. Trabajo de gabinete

4.9 SEMANA 9

Tabla 12. Cronograma de actividades semana 9

Semana 9 (22 de marzo al 26 de marzo)					
Actividades	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Reconocimiento visual de características de sondeo e ingreso de logs.					
Trabajo de gabinete					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					

4.9.1 ACTIVIDADES SEMANA 9, DEL 22 DE MARZO AL 26 DE MARZO

En la semana nueve el practicante desarrolló ensayos de corte directo y el ingreso de sus resultados en formatos técnicos. Finalmente se trabajó en un proceso de licitación en el cual participa la firma realizando la revisión de condiciones y requerimientos técnicos necesarios.

4.9.1.1 *Lunes 22 de marzo*

Se realizó el ingreso de muestras de suelo recuperadas de ensayos de SPT. En el ingreso de las muestras se identificaron los diferentes estratos presentes en el sitio. La profundidad máxima de los sondeos fue de 5 metros. Aproximadamente en los primeros 45 cm de todos los sondeos se encontró presencia de materia orgánica y los suelos fueron identificados como arena limosa y limo con arena. Se realizó además un ensayo de corte directo para el cual fue necesario realizar una cuarta probeta con una presión de 639 kPa.



Ilustración 62. Resultado de probetas en ensayo de corte directo.

4.9.1.2 *Martes 23 de marzo*

Se realizaron dos ensayos de corte directo en dos muestras diferentes de suelo, la primera con propiedades de un limo con arena y la segunda con propiedades de una arena limosa. Los resultados de ambos ensayos fueron ingresados en un formato Excel. Adicionalmente, se realizó una cuarta probeta con una presión de 639 kPa para el ensayo en el que se utilizó el limo con arena.



Ilustración 63. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en un limo con arena.

4.9.1.3 Miércoles 24 de marzo

Se realizaron dos ensayos de corte directo en muestras de suelo de diferentes sitios. Los tipos de suelos en los que se realizaron los ensayos fueron un limo y una arena arcillosa. Para ambos se realizaron tres probetas y se ingresaron los resultados en un formato Excel para incluirse en un informe técnico.



Ilustración 64. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en un limo.

4.9.1.4 Jueves 25 de marzo

En este día se realizó trabajo de gabinete consistente en logs de perforación que incluye la descripción geológica de los diferentes estratos identificados, la clasificación SUCS obtenida por medio de ensayos de laboratorio, gravedad específica, ángulo de fricción, cohesión y el peso específico. Adicionalmente se incluye un registro fotográfico de las

muestras, la profundidad del nivel freático y otros parámetros específicos para cada muestra.

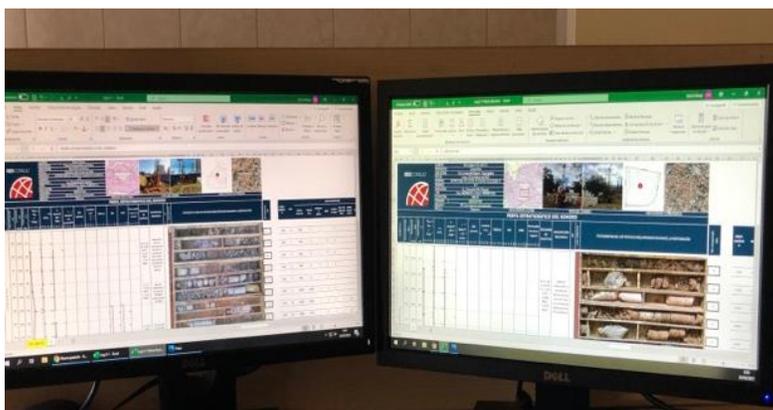


Ilustración 65. Trabajo de gabinete, logs de perforación

4.9.1.5 Viernes 26 de marzo

Se trabajó en la elaboración de ciertos elementos de una oferta de licitación para la supervisión de una obra. La participación consistió en la inclusión de tablas donde se especificó la experiencia de la firma en trabajos de naturaleza similar y la revisión de términos como los pagos de anticipos, seguros y fechas de ejecución entre otros.

4.10 SEMANA 10

Tabla 13. Cronograma de actividades semana 10

Semana 10 (5 de abril al 9 de abril)					
Actividades	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Reconocimiento visual de características de sondeo e ingreso de logs.					
Prueba de ensayo triaxial					
Realización de ensayo de corte directo					
Procesado de resultados de ensayo de corte directo					

4.10.1 ACTIVIDADES SEMANA 10, DEL 5 DE ABRIL AL 9 DE ABRIL

En la última semana de práctica profesional se realizó el ingreso de logs de perforación y reconocimiento visual de muestras de sondeos. El ingreso de las muestras de suelo incluyó pedidos para ensayos de laboratorio mediante la selección de muestras consideradas más representativas de los diferentes estratos identificados. Adicionalmente se realizaron ensayos de corte directo en suelos arenosos, limosos y con contenido de materia orgánica. La semana fue complementada con la realización de una prueba de ensayo triaxial consolidado no drenado.

4.10.1.1 Lunes 5 de abril

Se realizó el ingreso de 9 sondeos de perforación por rotación para los cuales se realizó un reconocimiento visual de las características de los suelos, se revisaron las hojas de ensayos SPT realizados en los sondeos, se separaron y clasificaron las muestras y se realizaron pedidos de laboratorio de las muestras de granulometría, límites de Atterberg y gravedad específica. Adicionalmente se ingresaron los logs de 3 de los sondeos.



Ilustración 66. Ingreso de muestras de suelos provenientes de sondeos.

4.10.1.2 Martes 6 de abril

Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos con características de arena limosa. Se realizaron tres probetas con presiones de 199 kpa, 347 kpa y 493 kpa, para ambos

ensayos, adicionalmente, los resultados fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.



Ilustración 67. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo arenoso limoso.

4.10.1.3 Miércoles 7 de abril

Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos con características de arena. Ambas muestras de suelo probados contenían presencia de materia orgánica. Las probetas realizadas para ambas muestras fueron probadas a 199 kpa, 347 kpa y 493 kpa. Los resultados de los ensayos fueron ingresados a un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos.



Ilustración 68. Resultado de probetas de ensayo de corte directo en suelo arenoso.

4.10.1.4 Jueves 8 de abril

Se realizaron dos ensayos de corte directo en muestras de suelo con características de arena limosa, los suelos correspondían a un material de relleno que consistía en una combinación de material del sitio de construcción y de un banco de suelo, las relaciones de las muestras probadas fueron de 2 a 1 y de 3 a 1. Adicionalmente se realizó una prueba de ensaño triaxial para lo cual se remoldó una muestra de suelo, la prueba no fue completada por problemas técnicos con el equipo.



Ilustración 69. Equipo de ensayo triaxial en estado confinado no drenado.

4.10.1.5 Viernes 9 de abril

Se realizó un ensayo de corte directo con muestra del suelo utilizado en el día anterior, con una relación de 2.5 a 1, con material del sitio y material de banco de suelo respectivamente. Los resultados del ensayo fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico. Finalmente se continuó con el desarrollo de la prueba de corte triaxial completando con éxito la fase de saturación y procediendo a la consolidación de la muestra.

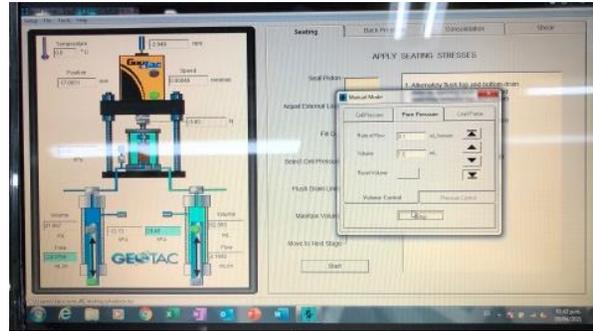


Ilustración 70. Configuración de prueba triaxial en fase de saturación.

V. CONCLUSIONES

Como parte del equipo del Departamento de Geotecnia de GeoConsult S. A. de C. V. se han desarrollado diferentes ensayos de laboratorio en suelos para la obtención de parámetros geotécnicos, además se ha participado en ensayos geofísicos de campo, todos regidos por las correspondientes normas técnicas. Como actividades complementarias se han realizado visitas técnicas en proceso de investigación a proyectos y trabajos de gabinete.

Se concluye al haber desarrollado el periodo de 10 semanas de Práctica Profesional:

1. Se han realizado ensayos de corte directo bajo la normativa técnica ASTM D3080 "Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado" para determinar la resistencia al corte de los suelos. Por medio de la realización de este ensayo ha sido posible determinar el ángulo de fricción del suelo en grados ($^{\circ}$) y la cohesión en kN/m^2 , en diferentes tipos de suelos como las arcillas, arenas y limos, Mediante la elaboración de este tipo de ensayos, a lo largo de la Práctica Profesional ha sido posible para el alumno practicante desarrollar un criterio en función de los resultados obtenidos y el tipo de suelo sometido a prueba. Adicionalmente a la realización de los ensayos el alumno practicante ha colaborado con el ingreso de los resultados de los ensayos en formatos técnicos, incluyendo información relevante del suelo probado, como datos generales del cliente y proyecto, sondeo y profundidad de la muestra, descripción del suelo, gravedad específica del suelo, pesos volumétricos, gráficos de esfuerzo cortante vs desplazamiento horizontal y esfuerzo cortante vs esfuerzo normal, actividades en las que el alumno practicante ha obtenido experiencia de campo y de laboratorio.
2. Se ha participado en la realización de un ensayo de consolidación unidimensional regido por la norma técnica ASTM D2435 "Métodos de prueba estándar para propiedades de consolidación unidimensionales de suelos usando carga

incremental”, utilizado para estimar la magnitud y la tasa de asentamiento diferencial y total de una estructura o un relleno. El ensayo de consolidación unidimensional se ha realizado en una arcilla, durante nueve (9) días, aplicando incrementos diarios de carga axial de 2 kg, 4 kg, 8 kg, 16 kg y 32 kg antes de proceder a la fase de descarga en sentido inverso a las cargas aplicadas. El alumno practicante ha sido responsable de la toma de datos de los ensayos en cada una de las fases mencionadas poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en el laboratorio de suelos impartido por UNITEC.

3. Se han realizado ensayos geofísicos de refracción sísmica regido por la norma técnica ASTM D5777 “Guía estándar para el uso del método de refracción sísmica para la investigación del subsuelo” y sondeos eléctrico-verticales regidos por la norma ASTM D6431, técnicas no destructivas, con lo que se ha aprendido a obtener parámetros y perfiles de suelos que se complementan con los sondeos SPT, únicamente para arcillas, arenas y limos, así como sondeos por penetración a rotación, para profundidades mayores, incluyendo roca o suelo firme.
4. Por medio de la experiencia en la realización de ensayos de laboratorio ha sido posible adquirir criterio propio en la interpretación de los resultados de cohesión y ángulo de fricción, dependiendo del tipo de suelo probado, trabajo que el alumno logró realizar de forma independiente y tomar decisiones.
5. Se ha participado en visitas técnicas para colaborar en trabajos orientados a la investigación de la posibilidad de utilizar el equipo de perforación o en caso contrario proponer soluciones para modificar el acceso o superficie de prueba. Asimismo, se ha logrado aprendizaje en el análisis de fallas en losas, columnas, muros de contención y taludes para determinar el origen de las fallas, experiencia que ha sido muy constructiva ya que ha brindado al alumno practicante la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria.

VI. RECOMENDACIONES

Bajo la experiencia del alumno en la empresa GeoConsult S.A. de C.V. durante la Practica Profesional en el periodo de diez (10) semanas se realizan las siguiente recomendaciones:

A los Futuros Ingenieros Civiles:

1. Reforzar los conocimientos en relación a los suelos y rocas como materiales ingenieriles dado el alto nivel de importancia que tienen en la construcción de cualquier estructura al ser el suelo o la roca el soporte de la misma y un factor fundamental en sus diseños.
2. Investigar acerca de las normativas técnicas que rigen los ensayos de laboratorio ya que son la base para la investigación y correcto desarrollo de cualquier proyecto en los múltiples ámbitos de la Ingeniería Civil.

A los Ingenieros Civiles:

1. Aplicar el desarrollo de estudios e investigaciones geotécnicas en cualquier obra de ingeniería civil para conocer el entorno geológico del proyecto y así obtener una imagen completa de los fenómenos geológicos-geotécnicos que se pueden esperar al aplicar una demanda de esfuerzo a los terrenos como en el caso de la construcción de una estructura. Con un estudio geotécnico correcto se posibilita un diseño en condiciones más seguras y precisas y disminuye en gran medida posibles pérdidas económicas futuras.

A UNITEC:

1. Promover en mayor medida el desarrollo de visitas técnicas a obras de ingeniería civil ya sea en obras donde se han cometido errores por falta de estudios geotécnicos o donde se hayan implementado soluciones geotécnicas que estén a la vanguardia de la ingeniería con el objetivo de que el alumno perciba con mayor facilidad la importancia de la geotécnia.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Das, B. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Mexico D.F.: CENGAGE Learning.
2. Alcega, A. C. (2014). *Geotecnia para Ingeniería Civil y Arquitectura*. Barcelona.
3. Obando, T. (2009). *Sondeos Geotécnicos y Calicatas*. Andalucía.
4. Herrera Herbert, J., & Castilla Gomez, J. (2012). *Utilización de Técnicas de Sondeos en Estudios Geotécnicos*. Madrid.
5. GEOCONSULT. (2020). Recuperado el Febrero de 2021, de [geoconsult.hn](https://www.geoconsult.hn): <https://www.geoconsult.hn>
6. Google Maps. (2021).
7. Cambefort, H. (1975). *Geotecnia del Ingeniero*. Barcelona: Editor Eyrolles.
8. Duque Escobar, G., & Escobar Potes, C. E. (2002). *Mecánica de los Suelos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
9. A.M.D.C. (2020). *Portal de mapas AMDC Honduras*. Recuperado el Febrero de 2021, de <https://amdc.giscloud.com>
10. ASTM International. (2011). *ASTM D3080 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*. West Conshohocken: ASTM International.
11. Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *Introuducción a la Ingeniería Geotécnica*. Nueva Jersey, Estados Unidos: PRENTINCE HALL.
12. Sáez, E. (2010). *Fundamentos de Geotecnia*. Santiago.
13. ASTM International. (2011). *ASTM D2435 Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading*. West Conshohocken: ASTM International.
14. Sartell Instrumentation LTD. (2021). *Sartellinst.com*. Obtenido de Sartell Instrumentation LTD:

<http://www.sartellinst.com/Home.mvc.aspx/BrowseCategory?categoryId=769770c6-8feb-4103-8974-cf31457591ca>

15. UTEST. (2018). *Equipo para Ensayos en Materiales*. Obtenido de <https://www.utest.com.tr/es/25748/Consolidacion>
16. ASTM International. (2012). ASTM D1586-12 Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. West Conshohocken: ASTM International.
17. ASTM International. (2018). ASTM D6431 - 18 Guía estándar para el uso del método de resistividad de corriente continua para la caracterización de sitios subterráneos. West Conshohocken: ASTM International.
18. ASTM International. (2018). ASTM D5777 - 18 Guía estándar para el uso del método de refracción sísmica para la investigación del subsuelo. West Conshohocken: ASTM International.
19. Rivera Zeta, M., Piedra Rubio, R., & Paripanca, Y. (2016). *Ensayos Geofísicos de Refracción Sísmica y de Medición de Ondas de Corte (MASW y MAM) para usos de cimentación en obras de edificaciones*. Lima: GEORYS Ingenieros S.A.C.
20. Geotem Ingeniería S.A. de C.V. (2016). *Sondeo Eléctrico Vertical*. Recuperado el Marzo de 2021, de Geotem.com: <http://www.geotem.com.mx/electrico1.php>
21. CEDEX. (9 de Junio de 2015). *Cedex.es*. Recuperado el Marzo de 2021, de Técnicas Geofísicas: <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/C63444EB-3A5F-4346-9CE0-AF209AB125F1/132409/ENSAYOSGEOFISICOS.pdf>
22. SEHEDIS. (2021). *Sismica.com*. Recuperado el Marzo de 2021, de Sondeo de Penetración Estándar (SPT): <https://sismica.com.mx/procedimientos/sondeo-penetracion-estandar.php>
23. Hoyos Patiño, F. (2001). *Geotencia, Diccionario Básico*. Medellín: Fabián Hoyos Patiño.

ANEXOS

Anexo 1. Bitácora Semana 1, del 25 enero – 29 de enero del 2021.

Tabla 14. Bitácora lunes de semana 1

Empresa: Geoconsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de Geoconsult	Fecha: 25/Enero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Reconocimiento del área de trabajo, compañeros de trabajo y actividades que se realizan en el laboratorio de geotecnia de la empresa, así como una breve descripción de las actividades realizadas en los demás departamentos de GeoConsult.</p>	
<p>2. Introducción de ensayos de laboratorio y procesos.</p>	

Tabla 15. Bitácora martes de semana 1

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 26/Enero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro Fotográfico
1. Introducción a ensayo de corte directo incluyendo el equipo.	 A photograph of a laboratory setup for a direct shear test. It includes a shear box, a normal load frame, and a force-measuring device. A laptop is connected to the equipment, and a monitor displays a graph. The background is a red wall.
2. Realización ejemplo prueba de consolidación	 A close-up photograph of a dial used for measuring vertical displacement during a consolidation test. The dial is circular with a scale from 0 to 19. The needle points to approximately 15. The brand name 'Storven' is visible on the dial.
3. Inspección y reconocimiento de testigos de sondeos.	 A photograph showing a person's hand holding a cylindrical soil sample. The soil is dark brown and appears to be a fine-grained material. There are other soil samples visible on the surface below.

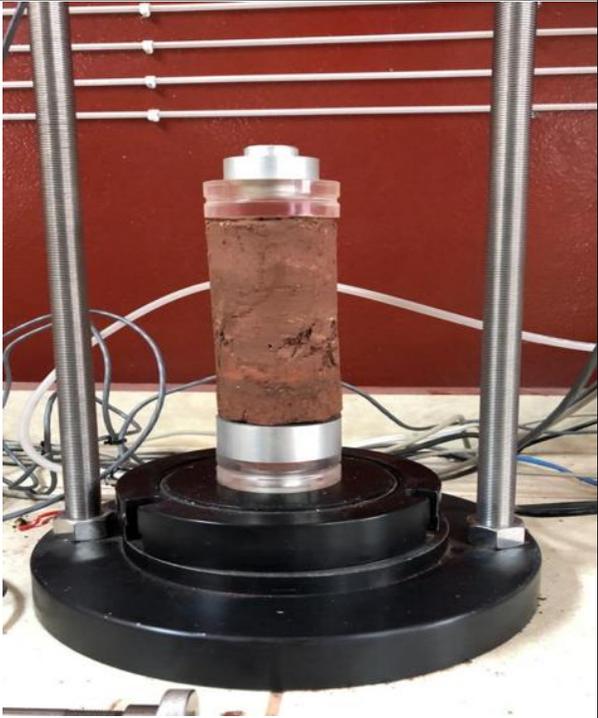
Tabla 16. Bitácora miércoles de semana 1

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 27/Enero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Visita y reconocimiento de campo en proyecto Viviendas Morazán por parte de SINAP.</p>	
<p>2. Visita de campo colonia el Trapiche, sondeo geotécnico de penetración por rotación.</p>	
<p>3. Revisión de testigos de sondeos geotécnicos.</p>	

Tabla 17. Bitácora jueves de semana 1

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 28/Enero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
1. Realización de prueba de corte directo incluyendo preparación de suelo para las probetas de ensayo y proceso completo.	 A photograph of a laboratory workstation. On the left, there is a large white and grey testing machine with a digital display. To its right is a laptop and a scale. On the counter, there are various tools, a white plastic bottle, and some soil samples. A window with a dark blind is visible on the right side of the frame.
2. Procesado de resultados de pruebas de corte directo.	 A photograph showing three circular, dark brown soil specimens. They are stacked on top of each other, with one specimen placed in front of the stack. The specimens appear to be prepared for a direct shear test.

Tabla 18. Bitácora viernes de semana 1

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 29/Enero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:15 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
1. Realización de prueba a compresión simple.	
2. Procesado de resultados de pruebas de corte directo.	

Anexo 2. Bitácora Semana 2, del 1 febrero – 5 de febrero del 2021.

Tabla 19. Bitácora lunes de semana 2

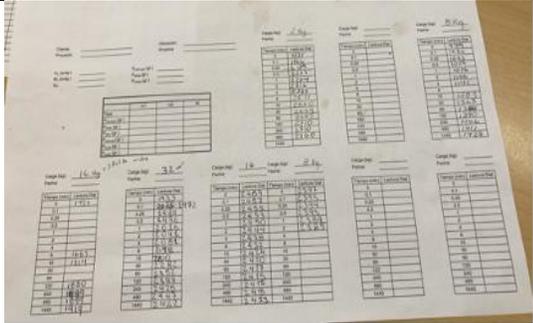
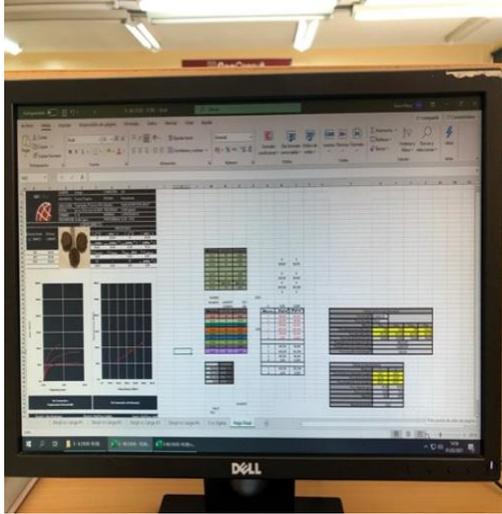
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 1/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Ingreso de datos de ensayo de consolidación unidimensional en fase de descarga de 16 kg a 8 kg.</p>	
<p>2. Realización de ensayo de corte directo y posterior ingreso de datos en formato Excel para la obtención de resultados para informe técnico.</p>	

Tabla 20. Bitácora martes de semana 2

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 2/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
1. Ingreso de información de suelos de sondeo por reconocimientos visuales.	
2. Realización de 2 pruebas de corte directo en suelo proveniente de República Dominicana con características de una arcilla limosa.	
3. Visita técnica a proyecto de Viviendas Morazán para análisis geotécnico de un talud.	

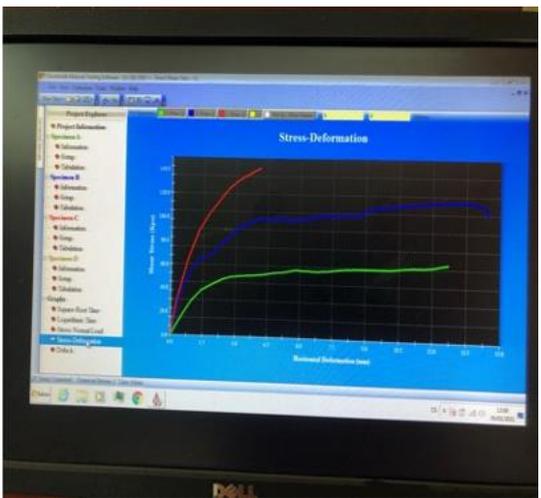
Tabla 21. Bitácora miércoles de semana 2

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 3/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
1. Realización de 4 ensayos de corte directo.	
2. Ingreso de datos de resultados de ensayo de corte directo y análisis en base al tipo de suelo probado.	

Tabla 22. Bitácora jueves de semana 2

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 4/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Realización de 3 ensayos de corte directo en una arena arcillosa con gravas de un proyecto ubicado en la colonia La Era.</p>	
<p>2. Análisis visual de las características de un sondeo con un elevado porcentaje de roca.</p>	

Tabla 23. Bitácora viernes de semana 2

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 5/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Toma de datos de prueba de consolidación unidimensional en fase de carga de 16 a 32 kg.</p>	
<p>2. Análisis de resultados de pruebas de corte directo e ingreso de datos en formato Excel para inclusión en informe técnico.</p>	

Anexo 3. Bitácora Semana 3, del 8 febrero – 12 de febrero del 2021.

Tabla 24. Bitácora lunes de semana 3

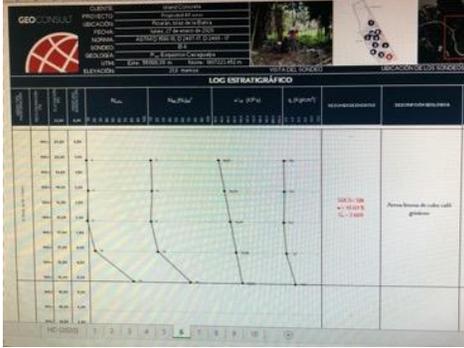
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 8/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó la lectura del deformímetro para la inclusión de los datos en un formato Excel correspondiente a la prueba de consolidación unidimensional en fase de descarga de 32 a 16 kg.</p>	
<p>2. Se realizó el ingreso, clasificación e inspección visual, y pedidos de pruebas de laboratorio (granulometría, gravedad específica y límites de Atterberg) de 10 diferentes sondeos provenientes de un proyecto de la isla de Roatán, Honduras.</p>	
<p>3. Se realizó el ingreso de datos en un formato Excel de ensayos de SPT realizados en Roatán para su posterior inclusión en un informe técnico.</p>	

Tabla 25. Bitácora martes de semana 3

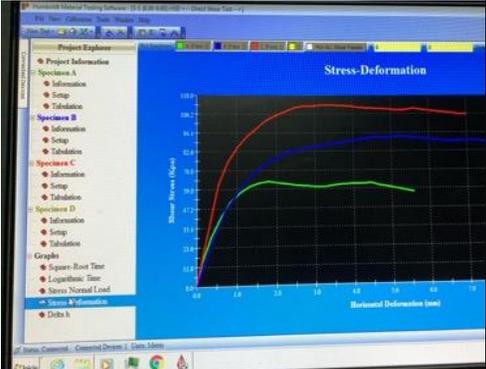
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 9/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó la lectura del deformímetro para la inclusión de los datos en un formato Excel correspondiente a la prueba de consolidación unidimensional en fase de descarga de 16 a 8 kg.</p>	
<p>2. Realización de dos pruebas de corte directo en laboratorio en un suelo con características de arena arcillosa.</p>	

Tabla 26. Bitácora miércoles de semana 3

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 10/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó la lectura del deformímetro para la inclusión de los datos en un formato Excel correspondiente a la prueba de consolidación unidimensional en fase de descarga de 8 a 4 kg.</p>	
<p>2. Visita técnica a proyecto Viviendas Morazán para la realización de 3 ensayos eléctrico-verticales para la elaboración de un perfil del terreno en una distancia de 150 metros.</p>	

Tabla 27. Bitácora jueves de semana 3

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 11/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó la lectura del deformímetro para la inclusión de los datos en un formato Excel correspondiente a la prueba de consolidación unidimensional en fase de descarga de 4 a 2 kg.</p>	
<p>2. Realización de 2 pruebas de corte directo en laboratorio en un suelo con características de arcilla y un suelo con características de arena arcillosa.</p>	

Tabla 28. Bitácora viernes de semana 3

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 12/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó la última lectura del deformímetro para la inclusión de los datos en un formato Excel correspondiente a la prueba de consolidación unidimensional y la posterior extracción de la probeta.</p>	
<p>2. Se recibió la visita de supervisión de práctica por la ingeniera Karla Uclés en la cual se verificó el cumplimiento de actividades, horario de trabajo y un reconocimiento del lugar de trabajo.</p>	
<p>3. Se realizaron 2 ensayos de corte directo en una muestra de suelo con características de una arena arcillosa y en un suelo con características de una arcilla.</p>	

Anexo 4. Bitácora Semana 4, del 15 febrero – 19 de febrero del 2021.

Tabla 29. Bitácora lunes de semana 4

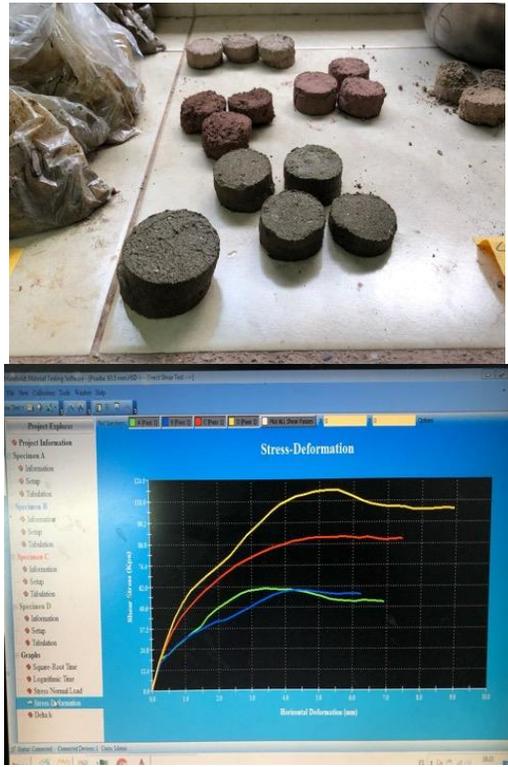
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 15/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Calibración de equipo Humboldt HM-2560A y posterior realización de pruebas de corte directo en un suelo arenoso en el cual se conoce su ángulo de fricción y cohesión para confirmar el correcto funcionamiento del equipo.</p>	 <p>The photograph shows several cylindrical soil samples of varying colors (brown, dark brown, black) arranged on a white surface. Below the photograph is a computer screen displaying a software interface with a 'Stress-Deformation' graph. The graph plots 'Normal Stress (kPa)' on the y-axis (0 to 120) against 'Horizontal Deformation (mm)' on the x-axis (0 to 100). Four curves are shown in different colors (yellow, red, green, blue), each representing a different soil specimen. The curves show an initial linear elastic region followed by a peak and then a slight decrease or plateau, characteristic of soil behavior under shear stress.</p>

Tabla 30. Bitácora martes de semana 4

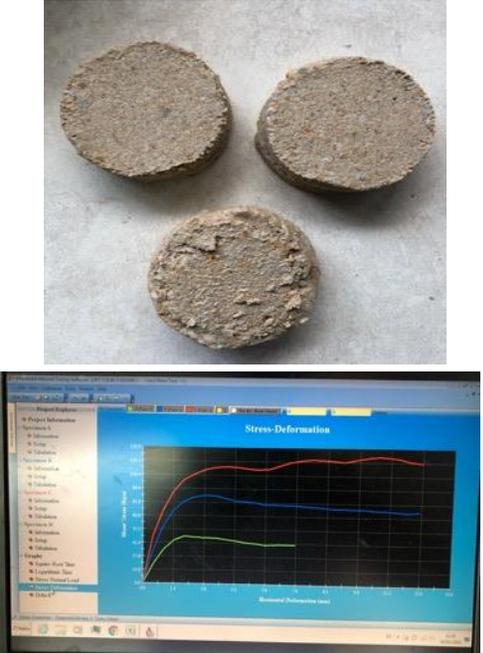
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 16/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Preparación de 3 de muestras de suelo para ensayo de corte directo.</p>	
<p>2. Realización de 3 ensayos de corte directo con posterior ingreso de resultados en formato Excel para su inclusión en informe técnico.</p>	

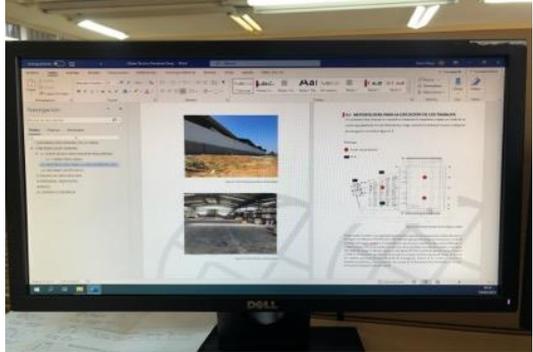
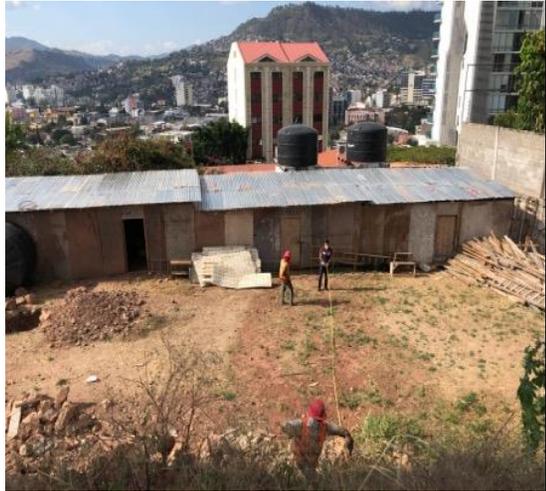
Tabla 31. Bitácora miércoles de semana 4

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 17/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Preparación de muestra de suelo para ensayo de corte directo y posterior realización de la prueba. Muestra de suelo arenoso proveniente de Choloma.</p>	
<p>2. Ingreso de información de muestras de suelo y roca en sondeos por rotación de 15 m profundidad realizado en colonia Lomas del Guijarro.</p>	

Tabla 32. Bitácora jueves de semana 4

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 18/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Visita técnica solicitada por ferretería ubicada en Santa Cruz de Yojoa, Cortes, con presencia de fisuras en losas de concreto hidráulico. Además, se observó presencia de agua en área de parqueo del complejo.</p>	

Tabla 33. Bitácora viernes de semana 4

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 19/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó el borrador de la propuesta técnica-económica para la visita realizada el día anterior a las bodegas de la ferretería ubicada en Santa Cruz de Yojoa, Cortes. El documento incluye una descripción de lo visto en la visita y la propuesta de actividades a realizar para el correcto desarrollo del informe geotécnico.</p>	
<p>2. Se realizó un ensayo de refracción sísmica en un terreno ubicado en la colonia Lomas del Guijarro, con el ensayo de refracción sísmica complementado con un sondeo por rotación fue posible obtener un perfil del terreno en el cual se distingue la ubicación del lecho rocoso comprendido por roca lutita.</p>	

Anexo 5. Bitácora Semana 5, del 22 febrero – 26 de febrero del 2021.

Tabla 34. Bitácora lunes de semana 5

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 22/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo y se ingresaron los resultados a un formato Excel para su inclusión en un informe técnico. Uno de los suelos ensayados contaba con propiedades de una arcilla y el otro con propiedades de una arcilla arenosa.</p>	
<p>2. Se realizó el pedido de ensayos de laboratorio a muestras representativas de testigos de un sondeo. Los ensayos solicitados son de absorción, densidad absoluta y resistencia compresiva uniaxial (UCS).</p>	

Tabla 35. Bitácora martes de semana 5

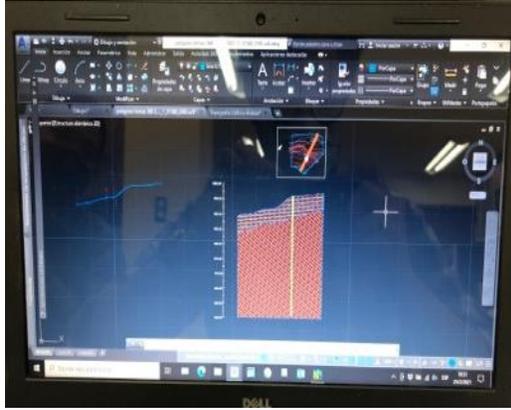
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 23/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en un suelo con propiedades de arena y un suelo con alta cantidad de materia orgánica.</p>	
<p>2. Se realizó el perfil del terreno con los resultados del ensayo de refracción sísmica.</p>	

Tabla 36. Bitácora miércoles de semana 5

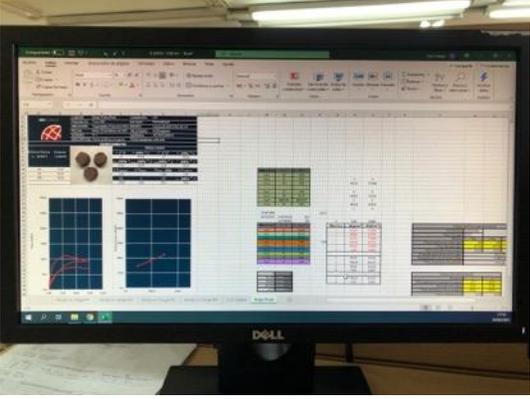
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 24/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron tres ensayos de corte directo, el primer ensayo se realizó en un suelo con características de una arcilla, el segundo ensayo fue en un suelo con características de una arena y por último en un suelo con características de una arena limosa.</p>	
<p>2. Se ingresaron los resultados de todos los ensayos de corte directo realizados en un formato Excel con propósito de ser incluidos en un informe técnico presentado al cliente.</p>	

Tabla 37. Bitácora jueves de semana 5

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 25/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se ingresaron los datos de los resultados de tres ensayos de corte directo realizados anteriormente a un formato Excel para la elaboración de informes técnicos presentados a los clientes. Adicionalmente se prepararon muestras de suelo para realizar ensayos de corte directo y finalmente se realizó un ensayo de corte directo en un suelo con características de una arena limosa.</p>	

Tabla 38. Bitácora viernes de semana 5

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 26/Febrero/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron tres ensayos de corte directo, el primer ensayo se realizó en un suelo con características de una arena limosa y los dos restantes fueron realizados en un suelo con características de suelos arcillosos.</p>	
<p>2. Se realizó el pedido de ensayos de laboratorio a testigos de roca provenientes de dos sondeos de penetración por rotación provenientes del proyecto Viviendas Morazán en ejecución por SINAP. Los ensayos de laboratorio solicitados son el ensayo UCS, absorción y densidad absoluta.</p>	

Anexo 6. Bitácora semana 6, del 1 de marzo - 5 de marzo del 2021

Tabla 39. Bitácora lunes de semana 6

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 1/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en un suelo arcilloso y otro en un suelo con materia orgánica. Adicionalmente se ingresaron los resultados de los ensayos a un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico presentado al cliente.</p>	
<p>2. Se realizó una visita técnica al proyecto Viviendas Morazán ejecutado por SINAP para obtener las coordenadas de cuatro sondeos realizados en terrenos donde se realizarán futuras obras. Adicionalmente mediante el uso de una sonda se buscó la profundidad a la cual se encuentra el nivel freático en los sondeos.</p>	

Tabla 40. Bitácora martes de semana 6

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 2/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron cuatro ensayos de corte directo de los cuales dos fueron realizados en suelos arenosos limosos y otros dos realizados en suelos arcillosos. Adicionalmente se ingresaron los resultados de los ensayos a un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos presentados al cliente.</p>	

Tabla 41. Bitácora miércoles de semana 6

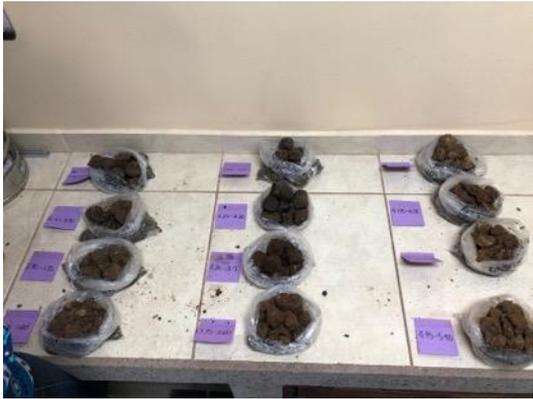
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 3/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó el ingreso del reconocimiento visual de 6 sondeos de SPT provenientes de las bodegas ubicadas en la carretera CA-5 a cuál se realizó la visita técnica el jueves 18 de febrero. Se identificó presencia de materia orgánica en los primeros 5 metros de profundidad.</p>	
<p>2. Se realizaron dos ensayos de corte directo, uno realizado en un suelo arcilloso y otro en un suelo arenoso limoso. Para cada uno de los ensayos se ingresaron los resultados obtenidos en un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos.</p>	

Tabla 42. Bitácora jueves de semana 6

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 4/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos arenosos. Se ingresaron los resultados de los ensayos a un formato Excel para su inclusión en un informe técnico. Adicionalmente se trabajó en la logística de trabajos realizados en Roatán.</p>	

Tabla 43. Bitácora viernes de semana 6

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 5/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en un suelo arenoso limoso y en un suelo arcilloso arenoso. Se ingresaron los resultados de los ensayos a un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos. Adicionalmente se realizó la revisión de los informes por entregar en inglés.</p>	

Anexo 7. Bitácora semana 7, del 8 de marzo – 12 de marzo del 2021

Tabla 44. Bitácora lunes de semana 7

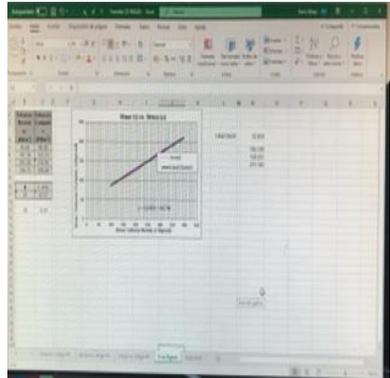
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 8/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó el ingreso de 19 ensayos de corte directo en un formato en inglés para ser presentado al cliente. Se elaboraron usando de base los resultados ingresados en un formato en español. Además se revisaron datos técnicos de los informes como granulometrías, gravedad específica, profundidades y otros datos relevantes de los ensayos.</p>	

Tabla 45. Bitácora martes de semana 7

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 9/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron tres ensayos de corte directo en suelos con características de arenas arcillosa para proyectos realizados en la ciudad de Tegucigalpa.</p>	
<p>2. Se recibieron, clasificaron e inventariaron diferentes elementos de equipo para el laboratorio de geotecnia.</p>	

Tabla 46. Bitácora miércoles de semana 7

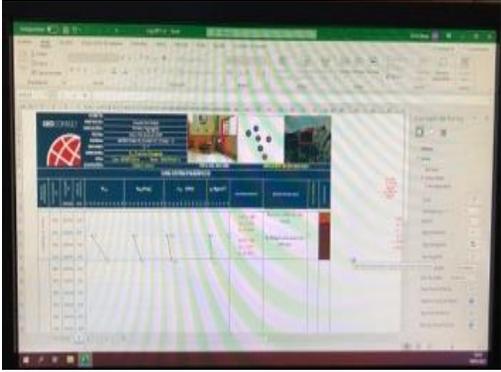
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 10/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó una visita técnica en rotonda ubicada en el bulevar la hacienda para comprobar la viabilidad para la realización de un ensayo de penetración estándar.</p>	
<p>2. Se realizó el ingreso de muestras de un ensayo de SPT proveniente de un proyecto en Tegucigalpa. Se realizó un análisis visual preliminar de las características del suelo recibido, pedidos a laboratorio, pedido para corte directo e ingreso de datos del ensayo de SPT a un formato Excel para la generación de un informe técnico.</p>	

Tabla 47. Bitácora jueves de semana 7

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 11/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó el ingreso de muestras de un ensayo de SPT proveniente de un terreno ubicado en el bulevar La Hacienda en el cual se identificaron características visuales preliminares de las muestras de suelo y se realizaron pedidos de laboratorio.</p>	
<p>2. Se realizaron tres ensayos de corte directo en suelos con de dos proyectos diferentes. Dos de los ensayos se realizaron en un suelo arena arcillosa y el otro fue realizado en un limo arenoso. Se ingresaron los resultados a un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.</p>	

Tabla 48. Bitácora viernes de semana 7

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 12/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en un suelo con características de limo arenoso y en un suelo con características de arena limosa, adicionalmente se realizó el ingreso de los resultados de los ensayos y registro fotográfico de los ensayos en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.</p>	

Anexo 8. Bitácora semana 8, del 15 de marzo – 19 de marzo del 2021

Tabla 49. Bitácora lunes de semana 8

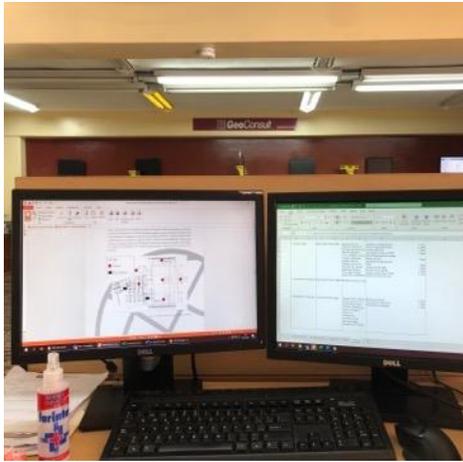
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 15/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó un ensayo de corte directo en un suelo clasificado como limo arenoso, para la realización de esta prueba fue necesaria la elaboración de cuatro diferentes probetas. Finalmente se ingresaron los resultados de la prueba a un formato Excel.</p>	
<p>2. Se participó en la elaboración de una oferta de licitación para un proyecto de carácter privado. Se desarrolló parte del informe enfocado en los requisitos de equipo, experiencia y personal proporcionados por la empresa para la realización del tipo de obra solicitada.</p>	

Tabla 50. Bitácora martes de semana 8

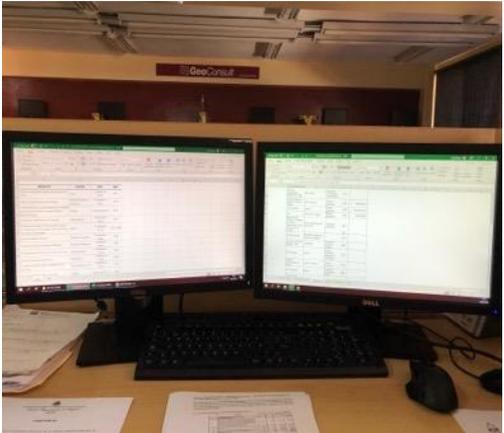
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 16/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos clasificados como arena arcillosa. Para la elaboración de los ensayos fue necesaria la preparación de las muestra de suelo. Adicionalmente se ingresaron los resultados de los ensayos en un formato Excel.</p>	

Tabla 51. Bitácora miércoles de semana 8

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 17/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se llevó acabo la realización de dos ensayos de corte directo, el primero en un suelo arcilloso y el segundo en una arcilla limosa. Los resultados de los ensayos fueron ingresados a un formato excel y se realizaron los informes técnicos de los mismos.</p>	 <p>A photograph showing four circular soil samples arranged in a 2x2 grid on a light-colored surface. The samples are dark brown and appear to be prepared for direct shear tests.</p>

Tabla 52. Bitácora jueves de semana 8

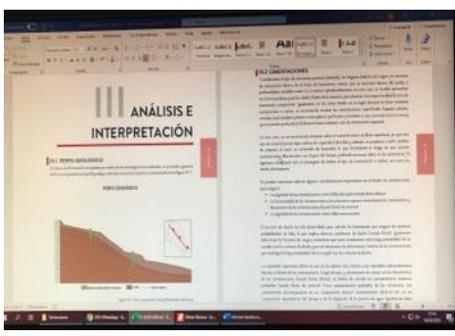
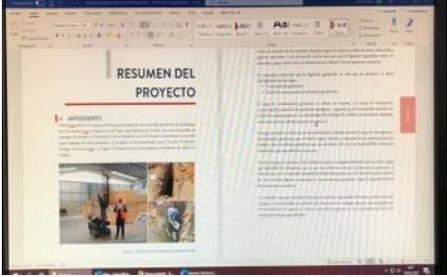
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 18/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo, el primero en un limo arcilloso y el segundo en una arcilla arenosa. Los resultados de ambos ensayos fueron ingresados en un formato excel para ser incluidos en informes técnicos.</p>	
<p>2. Se realizaron trabajos de gabinete, para lo cual se trabajó en el desarrollo de ciertos elementos de un informe geotécnico. Los elementos que se desarrollaron fue un resumen de los trabajos de laboratorio y de campo realizados, la ubicación por medio de coordenadas de los ensayos SPT y calicatas realizados y su ubicación de acuerdo con los planos.</p>	

Tabla 53. Bitácora viernes de semana 8

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 18/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se continuaron los trabajos de gabinete consistentes en la elaboración de informes técnicos con los resultados del análisis geotécnico que se realizó.</p>	
<p>2. Se realizaron pruebas para el desarrollo de un ensayo de corte triaxial, utilizando nuevo equipamiento obtenido por la firma. La prueba no se concluyó.</p>	

Anexo 9. Bitácora semana 9, del 22 de marzo – 26 de marzo del 2021

Tabla 54. Bitácora lunes de semana 9

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 22/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó el ingreso de cinco diferentes muestras recuperadas de ensayos de SPT. Los cinco ensayos llegaron a profundidades menores a los 5 metros de profundidad. Se identificó presencia de materia orgánica en las primeras capas de las muestras. Los suelos fueron identificados como arena limosa y limo con arena. Adicionalmente se realizó un corte directo de los sondeos ingresados.</p>	

Tabla 55. Bitácora martes de semana 9

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 23/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos con propiedades de limo con arena y el segundo en un suelo con propiedades de arena limosa. Adicionalmente los resultados de los ensayos fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos.</p>	 A photograph showing three circular soil samples, likely prepared for direct shear tests. The samples are dark brown and appear to be made of soil with varying textures, consistent with the description of silty sand and silty sand soil.

Tabla 56. Bitácora miércoles de semana 9

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 24/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en muestras de suelo de diferentes ubicaciones. El primer ensayo se realizó en un suelo con propiedades de un limo y el segundo en un suelo con propiedades de arena arcillosa. Los resultados de ambos ensayos fueron ingresados en un formato Excel.</p>	

Tabla 57. Bitácora jueves de semana 9

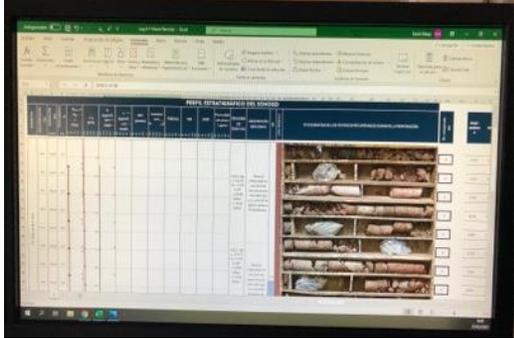
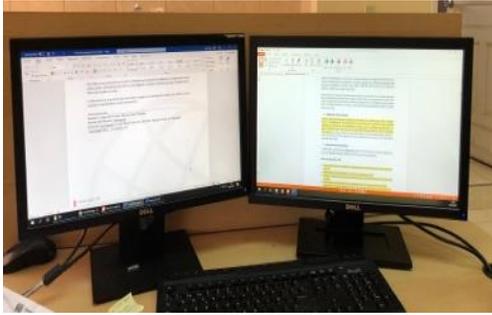
Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 25/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron trabajos de gabinete específicamente en la elaboración de logs de perforación donde se coloca la descripción geológica de la muestra, la clasificación SUCS obtenida de ensayos de laboratorio, la gravedad específica, ángulo de fricción, cohesión y el peso específico.</p>	

Tabla 58. Bitácora viernes de semana 9

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 26/Marzo/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó trabajo de gabinete específicamente en la elaboración de una oferta de licitación, detallando la experiencia de la empresa en proyectos con naturaleza parecida al proyecto licitado, experiencia de los empleados de la empresa, revisión de seguros.</p>	

Anexo 10. Bitácora semana 10, del 5 de abril – 9 de abril del 2021

Tabla 59. Bitácora lunes de semana 10

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 5/Abril/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó el ingreso, reconocimiento visual, revisión de hojas de ensayo de spt, separación de muestras y pedidos de laboratorio de 9 sondeos de perforación realizados en 2 diferentes proyectos.</p>	

Tabla 60. Bitácora martes de semana 10

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 6/Abril/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos en muestras de suelo con características de un suelo arenoso limoso. Los resultados de ambos ensayos fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.</p>	

Tabla 61. Bitácora miércoles de semana 10

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 7/Abril/2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en suelos con características de arena, además se identificó presencia de materia orgánica en las muestras. Los resultados de los ensayos fueron ingresados en un formato Excel para ser incluidos en un informe técnico.</p>	

Tabla 62. Bitácora jueves de semana 10

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 8/Abril /2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizaron dos ensayos de corte directo en muestras de suelo con características de arena limosa. Las muestras fueron tamizadas anteriormente. Finalmente, se ingresaron los resultados de los ensayos a un formato Excel para ser incluidos en informes técnicos.</p>	
<p>2. Se realizó una prueba del ensayo de corte triaxial en una muestra de suelo para un relleno de construcción. La prueba se detuvo en el proceso de saturación de la muestra.</p>	

Tabla 63. Bitácora viernes de semana 10

Empresa: GeoConsult	
Ubicación: Laboratorio Geotecnia de GeoConsult	Fecha: 9/Abril /2021
Supervisor: Ing. César Martínez	Practicante: Kevin Meza
Jornada Laboral: 8:00 am a 5:30 pm	
Listado de Actividades	Registro fotográfico
<p>1. Se realizó un ensayo de corte directo en una muestra de suelo con características de arena limosa. Los resultados del ensayo fueron ingresados en un formato Excel y posteriormente incluidos en un informe técnico.</p>	
<p>2. Se continuó con el desarrollo de la prueba del ensayo de corte triaxial. La prueba alcanzó la fase de contrapresión. El tipo de prueba triaxial realizado es consolidado no drenado (CU).</p>	