

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE HABITAT INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD

MAESTRÍA DE GEOTECNIA APLICADA



TRABAJO DE TITULACIÓN

**Correlación entre el número de golpes corregido (N_{60}) del SPT y la
resistencia al corte no drenado (C_u) en suelos de comportamiento
cohesivo de la zona urbana de Zamora, Ecuador**

AUTOR:

Ing. Jean Darío Pardo Rodríguez

TUTOR:

Ing. Diego Cárdenas, Ph.D.

QUITO D.M., MARZO DE 2026

Correlación entre el número de golpes corregido (N_{60}) del SPT y la resistencia al corte no drenado (C_u) en suelos de comportamiento cohesivo de la zona urbana de Zamora, Ecuador

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Jean Darío Pardo Rodríguez, declaro que el presente trabajo de titulación denominado “Correlación entre el número de golpes corregido (N_{60}) del SPT y la resistencia al corte no drenado (C_u) en suelos de comportamiento cohesivo de la zona urbana de Zamora, Ecuador” es de mi autoría original y ha sido elaborado como requisito para la obtención del grado de Magister en Geotecnia Aplicada.

En tal sentido, manifiesto que el contenido, análisis, resultados, conclusiones y aportes presentados en este documento son producto de mi trabajo intelectual, excepto en aquellos casos son en los que se han citado de manera adecuada las fuentes de información utilizadas, respetando los derechos de autor y las normas académicas vigentes.

Asimismo, asumo la responsabilidad sobre la originalidad del contenido y certifico que este trabajo no ha sido presentado previamente, ni de manera total ni parcial, para la obtención de otro título académico en esta y otra institución de educación superior.

Quito, 2026.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Director - Tutor del trabajo de Posgrado Titulado: "CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE GOLPES CORREGIDO (N_{60}) DEL SPT Y LA RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO (C_u) EN SUELOS DE COMPORTAMIENTO COHESIVO DE LA ZONA URBANA DE ZAMORA, ECUADOR", presentado por el maestrante Jean Pardo titular de la Cédula de Identidad N° 1900606540 para obtener el Grado de Magíster en Geotecnia Aplicada, considero que dicho Trabajo de Investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores - Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad de Ingeniería.

En la ciudad de Quito, a los a los 9 días del mes de marzo del año 2026



Ing. Diego Renato Cárdenas Cárdenas, Ph.D.

C.I.: 1803710092

Director de Tesis

INFORME DE SIMILITUD



Página 1 de 105 - Portada

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3502129157

JEAN DARIO PARDO RODRIGUEZ

Trabajo_Jean_Pardo.pdf

-  Maestría Geotecnia
-  TITULACIÓN MAESTRÍA GEOTECNIA
-  PUCE QUITO INGRESOS NATIVOS

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:3502129157

Fecha de entrega
9 mar 2026, 8:13 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
9 mar 2026, 8:38 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
Trabajo_Jean_Pardo.pdf

Tamaño del archivo
30.2 MB

103 páginas

22.782 palabras

128.601 caracteres



Página 1 de 105 - Portada

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3502129157

*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resultado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usuario para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltará en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.



JEAN DARIO PARDO RODRIGUEZ

Trabajo_Jean_Pardo.pdf

-  Maestría Geotecnia
-  TITULACIÓN MAESTRÍA GEOTECNIA
-  PUCE QUITO INGRESOS NATIVOS

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:3502129157

Fecha de entrega
9 mar 2026, 8:13 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
9 mar 2026, 8:59 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
Trabajo_Jean_Pardo.pdf

Tamaño del archivo
30.2 MB

103 páginas

22.782 palabras

128.601 caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedico este trabajo a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para continuar adelante y plasmar este sueño en realidad.

A mi familia, pilar fundamental de mi existencia, por su amor incondicional y por estar presentes en cada paso de este camino. A mi mamá Neli, cuyas palabras de aliento siempre fueron un impulso para seguir adelante, recordándome que el esfuerzo tiene su recompensa.

A mi familia, por el apoyo constante e incondicional que me brindaron durante todo este proceso. Sus palabras de aliento y su presencia fueron indispensables para alcanzar esta meta.

Un agradecimiento profundo al Ing. Juan Pablo Paladines y al Ing. Alex Figueroa, por su generosidad al permitirme acceder a su información y datos, contribución que fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Al Ph.D. Diego Cárdenas, director de este trabajo, mis más sinceros agradecimientos por su constante acompañamiento, disposición a lo largo de todo el proceso investigativo.

RESUMEN

La zona urbana de Zamora se asienta sobre depósitos cohesivos de génesis residual y aluvial derivados de la meteorización del Batolito de Zamora, cuyos suelos presentan una mineralogía y comportamiento geomecánico que difieren fundamentalmente de los contextos para los cuales fueron desarrolladas las correlaciones internacionales clásicas. Esta investigación, de alcance académico y exploratorio, busca generar conocimiento geotécnico local ante la ausencia de correlaciones empíricas calibradas para la región, orientando sus resultados a servir como punto de partida para futuros estudios de mayor alcance, más que como herramienta directa de diseño. La base de datos fue conformada a partir de 20 pares válidos (N_{60} - C_u), provenientes de sondeos SPT recopilados de los laboratorios CARAN y GEO-FIGMA, complementados con ensayos de compresión simple no confinada (ASTM D2166) sobre muestras inalteradas extraídas con tubo Shelby (ASTM D1587) a profundidades de 1,0 a 4,0 m, en suelos clasificados predominantemente como CL y ML según SUCS, con valores de C_u comprendidos entre 24,50 y 70,60 kPa y N_{60} en el rango de 3 a 21 golpes.

Mediante regresión por mínimos cuadrados ordinarios (OLS), se desarrollaron dos ecuaciones de correlación empírica local: un modelo lineal $C_u = 23,49 + 1,73 \cdot N_{60}$ ($R^2 = 0,5173$) y un modelo potencial $C_u = 16,12 \cdot N_{60}^{0,4083}$ ($R^2 = 0,5413$), siendo este último el de mejor ajuste estadístico dentro del dominio de calibración $3 \leq N_{60} \leq 21$. La comparación frente a 18 correlaciones internacionales evidenció que la gran mayoría sobreestima significativamente la resistencia de los suelos de Zamora, confirmando que dichas ecuaciones no son directamente transferibles al contexto geológico local. Las correlaciones propuestas constituyen estimaciones preliminares de aplicación estrictamente local, cuya consolidación como herramienta de referencia requerirá campañas adicionales de investigación con mayor cobertura espacial.

Palabras clave: SPT, resistencia al corte no drenado, N_{60} , regresión OLS, suelos cohesivos, Zamora, Ecuador.

ABSTRACT

The urban area of Zamora is underlain by cohesive deposits of residual and alluvial origin derived from the weathering of the Zamora Batholith, whose soils present a mineralogy and geomechanical behavior that differ fundamentally from the contexts for which classical international correlations were developed. This research, of academic and exploratory scope, seeks to generate local geotechnical knowledge in the absence of empirical correlations calibrated for the region, with results intended as a starting point for future broader studies rather than as a direct design tool. The database was compiled from 20 valid (N_{60} - C_u) pairs, from SPT boreholes collected from CARAN and GEO-FIGMA laboratories, complemented by unconfined compression tests (ASTM D2166) on undisturbed samples extracted with Shelby tubes (ASTM D1587) at depths of 1.0 to 4.0 m, in soils classified predominantly as CL and ML per USCS, with C_u values ranging from 24.50 to 70.60 kPa and N_{60} between 3 and 21 blows.

Using Ordinary Least Squares (OLS) regression, two local empirical correlation equations were developed: a linear model $C_u = 23.49 + 1.73 \cdot N_{60}$ ($R^2 = 0.5173$) and a power model $C_u = 16.12 \cdot N_{60}^{0.4083}$ ($R^2 = 0.5413$), the latter providing the best statistical fit within the calibration domain $3 \leq N_{60} \leq 21$. Comparison against 18 international correlations revealed that the vast majority significantly overestimate the undrained shear strength of Zamora's soils, confirming that these equations are not directly transferable to the local geological context. The proposed correlations constitute preliminary estimates of strictly local application, whose consolidation as a reference tool will require additional research campaigns with broader spatial coverage.

Keywords: SPT, undrained shear strength, N_{60} , OLS regression, cohesive soils, Zamora, Ecuador.

INDICE

CAPÍTULO I.....	21
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.2. Importancia del tema en el contexto local/nacional/regional	22
1.3. Preguntas de investigación.....	23
1.4. Justificación.	23
1.5. Objetivos.....	24
1.5.1. General.....	24
1.5.2. Específicos.....	24
CAPÍTULO II.....	25
2. MARCO REFERENCIAL	25
2.1. Ubicación del Área de Estudio	25
2.1. Topografía.....	26
2.2. Geología Regional	28
2.3. Geología Local.....	32
CAPÍTULO III	35
3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	35
3.1. Definición de suelo	35
3.2. Relaciones volumétricas y gravimétricas.....	35
3.3. Suelos cohesivos	36
3.4. Características Diferenciales: Arcillas y Limos.....	37
3.5. Clasificación del suelo	38
3.5.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)-ASTM D2487 ...	38
3.5.2. Sistema de clasificación de suelos AASHTO - AASHTO M 145	43
3.6. Características físicas del suelo	44
3.6.1. Análisis Granulométrico.....	44

3.6.2.	Límites de Atterberg.....	48
3.7.	Resistencia al corte no drenado (C_u).....	50
3.7.1.	Definición y condición	50
3.7.2.	Ensayo de compresión simple (ASTM D2166).....	51
3.8.	Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	53
3.8.1.	Correcciones de SPT y obtención de (N_{60}).....	54
3.8.2.	Exploración del subsuelo.....	56
3.9.	Correlación empírica (N_{60} y C_u).....	57
3.9.1.	Estado del arte	57
3.9.2.	Correlaciones clásicas.....	58
3.9.3.	Variabilidad geotécnica	60
3.10.	Valores Atípicos (Outliers)	62
3.11.	Método del rango intercuartílico (IQR)	63
3.12.	Métodos gráficos para análisis de datos.....	63
3.12.1.	Histogramas	63
3.12.2.	Diagramas de cajas y bigotes.....	63
3.12.3.	Diagramas de dispersión.....	64
3.13.	Normalidad.....	64
3.13.1.	Gráfico Q-Q.....	65
3.13.2.	Prueba de Shapiro Wilk.....	66
3.14.	Regresión Lineal	66
3.14.1.	Mínimos Cuadrados.....	67
3.14.2.	Regresión logarítmica.....	67
	CAPÍTULO IV	69
4.	METODOLOGIA	69
4.1.	Trabajo de Campo.....	69
4.1.1.	Recopilación y depuración de ensayos (SPT)	69

4.1.2.	Normalización de los datos de penetración (NSPT - N_{60})	71
4.1.3.	Muestreo inalterado	72
4.2.	Ensayos de Laboratorio.....	74
4.3.	Granulometría	74
4.3.1.	Equipos requeridos	74
4.3.2.	Procedimiento.....	75
4.3.3.	Calculo.....	78
4.4.	Contenido de agua.....	79
4.4.1.	Equipo.....	79
4.4.2.	Procedimiento.....	80
4.4.3.	Calculo.....	82
4.5.	Límites de Atterberg	83
4.5.1.	Equipos	83
4.5.2.	Procedimiento.....	84
4.5.3.	Cálculo.....	87
4.5.4.	Ensayos de compresión simple.....	88
4.5.5.	Resultado	93
4.6.	Método estadístico	93
4.6.1.	Software para Análisis Estadístico: Python.....	93
4.7.	Análisis estadístico y correlación.....	94
4.7.1.	Detección de valores atípicos (método IQR).....	94
4.7.2.	Verificación de normalidad (gráfico Q-Q y prueba Shapiro-Wilk)	95
4.7.3.	Modelos de regresión (lineal y logarítmica-mínimos cuadrados, criterio R^2)	95
4.1.	Interpretación de Resultados.....	97
	CAPÍTULO V	98
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	98

5.1.	Base de Datos.....	98
5.2.	Análisis estadístico.....	99
5.2.1.	Diagramas de caja y bigotes	99
5.2.2.	Histogramas de frecuencia.....	100
5.2.3.	Normalidad	102
5.3.	Modelos de regresión obtenidos	104
5.3.1.	Modelo lineal – Mínimos cuadrados (OLS).....	104
5.3.2.	Modelo logarítmica – Regresión exponencial	105
5.3.3.	Análisis Comparativo de Residuales	107
5.4.	Correlaciones internacionales	109
5.5.	Ecuaciones propuestas	112
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
6.1.	Conclusiones.....	113
6.2.	Recomendación.....	115
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	117

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del área de estudio.....	26
Ilustración 2. Topografía del área de estudio	27
Ilustración 3. Geología regional del área de estudio	31
Ilustración 4. Geología Local	32
Ilustración 5. Clasificación de suelo grano fino 50% o más que pasa el tamiz N°200...	40
Ilustración 6. Clasificación de suelo grano fino orgánicos 50% o más que pasa el tamiz N°200	40
Ilustración 7. Clasificación de suelo grano fino orgánicos 50% o más que pasa el tamiz N°200	41
Ilustración 8. Clasificación de suelo grano grueso más del 50% es retenido en el tamiz N°200.....	42
Ilustración 9. Clasificación de suelo grano grueso más del 50% es retenido en el tamiz N°200.....	43
Ilustración 10. Cuchara partida para Ensayo SPT.	54
Ilustración 11. Variaciones de $N_n H_n B_n S_n R$	55
Ilustración 12. Sistema de sogas y malacate	56
Ilustración 13. Correlaciones internacionales (N_{60} - C_u).....	58
Ilustración 14. Histogramas con simetría y asimétrico.....	63
Ilustración 15. Ejemplo de diagrama de cajas y bigotes.....	64
Ilustración 16. Ejemplo de Q-Q Plot	65
Ilustración 17. Histograma prueba Shapiro-Wilk.....	66
Ilustración 18. Ubicación de los ensayos SPT.....	69
Ilustración 19. Carta de plasticidad	87
Ilustración 20. Cajas y Bigotes (N_{60})	99
Ilustración 21. Cajas y Bigotes (C_u)	100
Ilustración 22. Histograma de (N_{60}) con curva normal teórica; $\mu = 10.85$, $\sigma = 5.44$	101
Ilustración 23. Histograma de (C_u) con curva normal teórica; $\mu = 42.25$, $\sigma = 13.08$...	101
Ilustración 24. Gráfico Q-Q de (N_{60})	102
Ilustración 25. Gráfico Q-Q de (C_u)	103
Ilustración 26. Diagrama de dispersión (C_u vs N_{60}) con recta OLS, banda IC 95% y datos SUCS.....	104

Ilustración 27. Diagrama de dispersión C_u vs N_{60} con recta OLS y datos SUCS — sin banda.....	105
Ilustración 28. Diagrama de dispersión $\log_{10}(C_u)$ vs $\log_{10}(N_{60})$ con recta OLS, banda IC 95% y datos SUCS	106
Ilustración 29. Diagrama de dispersión $\log_{10}(C_u)$ vs $\log_{10}(N_{60})$ con recta OLS y datos SUCS — sin banda.....	107
Ilustración 30. Análisis comparativo de residuales para modelos lineal y exponencial Cu- N_{60}	108
Ilustración 31. Correlaciones internacionales más ecuación obtenida (Lineal vs N_{60})	109
Ilustración 32. Correlaciones internacionales más ecuación obtenida (Exponencial vs N_{60}).....	109

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Ejecución de ensayo SPT	70
Fotografía 2. Extracción de la muestra	73
Fotografía 3. Tubos Shelby	74
Fotografía 4. Lavado de material.....	76
Fotografía 5. Secado de material	76
Fotografía 6. Tamizado mecánico	77
Fotografía 7. Cuantificación del material	78
Fotografía 8. Determinación del peso.....	80
Fotografía 9. Deseccación en horno	81
Fotografía 10. Enfriamiento y pesaje final	82
Fotografía 11. Verificación de altura de la muestra colocada en la copa.	85
Fotografía 12. Verificación de cierre de surco	85
Fotografía 13. Masa elipsoidal y rollo de muestra de suelo.	86
Fotografía 14. Preparación de la muestra	88
Fotografía 15. Medición de la muestra	89
Fotografía 16. Muestra inalterada pesada.....	89
Fotografía 17. Peso de muestra para cálculo de contenido de humedad	90
Fotografía 18. Montaje en prensa de muestra inalterada.....	90
Fotografía 19. Aplicación de carga sobre probeta	91
Fotografía 20. Muestra después de ensayar con tipo de falla.....	92

Índice de Tablas

Tabla 1. Diferencias entre limos y arcillas	37
Tabla 2. Tabla de ensayos SPT seleccionados	71
Tabla 3. Resumen de 20 Ensayos SPT (N_{60} - C_u)	98
Tabla 4. Resultados de la prueba de Shapiro-Wilk	103
Tabla 5. Valores de C_u (kPa) estimados por correlaciones internacionales y diferencia porcentual respecto a la ecuación obtenida Lineal	110
Tabla 6. Regresión lineal	112
Tabla 7. Regresión Exponencial	112

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La zona urbana de la ciudad de Zamora se asienta sobre una estratigrafía compleja y heterogénea, en la que se intercalan depósitos granulares con estratos de suelos de comportamiento cohesivo (arcillas de baja plasticidad, limos y arenas con alto contenido de finos plásticos). Los estudios geotécnicos existentes en el área evidencian que estos materiales finos no se limitan a la superficie, sino que pueden aparecer como lentes o matrices a diversas profundidades, a menudo gobernando el comportamiento de los asentamientos y la capacidad de carga.

El problema técnico radica en que, para estos suelos cohesivos de Zamora, no existe una herramienta calibrada localmente que permita estimar su resistencia al corte no drenado C_u de manera rápida y confiable. Estos suelos son de génesis residual, producto de la meteorización profunda de granodiorita calco-alcalina del Batolito de Zamora (Jurásico Medio, ~164 Ma), desarrollada bajo condiciones de clima ecuatorial húmedo con precipitaciones superiores a 2.300 mm/año (Drobe et al., 2008). A estos se suman los depósitos aluviales y coluviales acumulados a lo largo del sistema fluvial del Río Zamora y sus afluentes (Litherland et al., 1994). Sin embargo, los ingenieros locales dependen de correlaciones internacionales como la propuesta por Stroud (1974) o Terzaghi & Peck (1967), desarrolladas originalmente para suelos sedimentarios y glaciares de latitudes septentrionales, lo que introduce una incertidumbre desconocida en los diseños. La aplicación directa de estas ecuaciones en los depósitos de la Amazonía ecuatoriana, sin una calibración regional previa, ignora la influencia crítica de la mineralogía ígnea residual, la historia de esfuerzos en la masa del terreno y la génesis geológica local sobre la resistencia al corte, factores que difieren fundamentalmente de aquellos contextos para los cuales fueron formuladas dichas correlaciones (Baldock, 1982; Aspdén et al., 1990). Esta discrepancia introduce un sesgo no cuantificado en la estimación de C_u , cuya magnitud y dirección son desconocidas; el modelo puede subestimar o sobrestimar la resistencia real del suelo según el contexto geológico específico. Ante esta incertidumbre no controlada, el ingeniero se ve obligado a adoptar márgenes de seguridad conservadores, debido a que no se dispone de datos locales validados.

En este contexto, la evaluación $N_{60}-C_u$ que se propone en esta investigación tiene un carácter predominantemente académico, experimental y de comparación, orientada a generar conocimiento local sobre el comportamiento de los suelos cohesivos de Zamora, más que a servir como herramienta directa de diseño de cimentaciones. Su aplicación se concibe como apoyo para análisis exploratorios estrictamente locales, y su aplicación debe limitarse a estimaciones preliminares, debiendo siempre complementarse con ensayos de laboratorio específicos para el diseño definitivo.

1.2. Importancia del tema en el contexto local/nacional/regional

La ausencia de correlaciones locales entre el número de golpes corregido del ensayo de penetración estándar SPT (N_{60}) y la resistencia al corte no drenado (C_u), obtenida mediante ensayos de compresión simple no confinada ($C_u = q_u/2$) en suelos de carácter cohesivo; constituye una limitación técnica no resuelta para la práctica geotécnica en la ciudad de Zamora y su área de influencia, donde los suelos residuales derivados del Batolito de Zamora presentan una mineralogía y génesis que difieren fundamentalmente de los contextos para los cuales fueron desarrolladas las correlaciones internacionales disponibles.

A nivel nacional y regional, el desarrollo de modelos de correlación ajustados a la realidad amazónica responde a la necesidad de descentralizar la información geotécnica, históricamente concentrada en los suelos volcánicos de la Sierra andina y de depósitos sedimentarios de la Costa ecuatoriana (Baldock, 1982). Los suelos residuales de Zamora-Chinchipe, derivados de la meteorización profunda del Batolito de Zamora bajo condiciones de clima ecuatorial húmedo (Drobe et al., 2008), poseen una mineralogía ígnea, una historia de esfuerzos y un grado de saturación que difieren fundamentalmente de los contextos geológicos para los cuales fueron calibradas las correlaciones clásicas de Stroud (1974) y Terzaghi & Peck (1967). Validar localmente la relación ($N_{60}-C_u$) contribuye, por tanto, a reducir la brecha geotécnica en la Amazonía ecuatoriana, generando una base de datos regional que sirva de referencia para futuros proyectos de infraestructura en Zamora. Sus resultados brindan apoyo para la toma de decisiones en etapas de anteproyecto, permitiendo dimensionar estructuras con un criterio de desempeño más ajustado a la realidad física del subsuelo de Zamora, sin sustituir los ensayos de laboratorio, requeridos para el diseño geotécnico definitivo.

1.3. Preguntas de investigación.

¿Existe una correlación estadística significativa entre el número de golpes corregido (N_{60}) del SPT y la resistencia al corte no drenado (C_u) obtenida mediante compresión simple en muestras inalteradas de suelos cohesivos de la zona urbana de Zamora?

¿Cuál es el modelo de regresión que ofrece el mejor ajuste estadístico entre el valor ($N_{60}-C_u$) para los suelos de comportamiento cohesivo en la zona urbana de Zamora?

¿En qué medida difieren la confiabilidad y precisión de la ecuación local propuesta frente a las estimaciones derivadas de modelos internacionales clásicos (como Stroud, 1974 y Terzaghi & Peck, 1967, entre otros), determinando si estos últimos subestiman o sobreestiman la resistencia real de los suelos de Zamora?

1.4. Justificación.

La caracterización de los suelos cohesivos en Zamora presenta complejidades asociadas a depósitos finos formados por procesos de sedimentación fluvial (terrazas aluviales) y retrabajo de materiales coluviales en ambientes de transición Amazonía-Andes, los cuales generan una marcada variabilidad en sus propiedades geotécnicas. Esta heterogeneidad limita la aplicabilidad directa de correlaciones internacionales entre el número de golpes corregido (N_{60}) del SPT y la resistencia al corte no drenado (C_u), por lo que se requiere desarrollar relaciones calibradas al comportamiento local.

La investigación es relevante porque propone establecer una correlación ($N_{60}-C_u$) específicamente para suelos cohesivos del área urbana de Zamora, basada en mediciones directas de laboratorio (compresión simple no confinada ASTM D2166) sobre muestras inalteradas. La ausencia de estudios específicos para Zamora genera una brecha técnica que afecta la precisión de análisis geotécnicos al depender de ecuaciones desarrolladas en contextos geológicos diferentes.

Metodológicamente, el estudio aplica un análisis estadístico comparando modelos lineales mediante regresión por mínimos cuadrados, utilizando como criterio principal el coeficiente de determinación R^2 .

Los resultados de esta investigación constituyen una contribución técnica de carácter local: la ecuación empírica ($N_{60}-C_u$) calibrada para los suelos cohesivos de Zamora

permitirá a los profesionales de la región obtener estimaciones preliminares de la resistencia al corte no drenado directamente a partir del registro SPT, sin requerir en esa etapa el ensayo de compresión simple. Esta capacidad resulta especialmente valiosa durante las fases de anteproyecto, en las que la toma de muestras inalteradas puede ser inviable por condiciones de acceso, tiempo o costo. Esto contribuirá a mejorar la confiabilidad del diseño geotécnico en la región, reduciendo la dependencia de correlaciones internacionales no calibradas para los suelos de Zamora y optimizando los costos de caracterización en proyectos de infraestructura urbana.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Establecer una correlación empírica, mediante análisis de regresión por mínimos cuadrados, entre el número de golpes corregido (N_{60}) del ensayo SPT y la resistencia al corte no drenado (C_u) determinada por ensayos de compresión simple en muestras inalteradas de suelos cohesivos de la zona urbana de Zamora, Ecuador.

1.5.2. Específicos

- Compilar la información de ensayos (SPT) existentes del área urbana de Zamora
- Extraer muestras inalteradas de suelos cohesivos de los mismos sondeos donde se ejecutaron los (SPT), asegurando correspondencia espacial entre datos de penetración y muestras de laboratorio.
- Determinar la resistencia al corte no drenado (C_u) mediante compresión simple no confinada en las muestras extraídas.
- Desarrollar ecuaciones de correlación entre (N_{60} y C_u) mediante modelos de regresión lineal y logarítmica.
- Comparar las correlaciones locales obtenidas con las propuestas por autores internacionales para evaluar su aplicabilidad en Zamora.

CAPÍTULO II

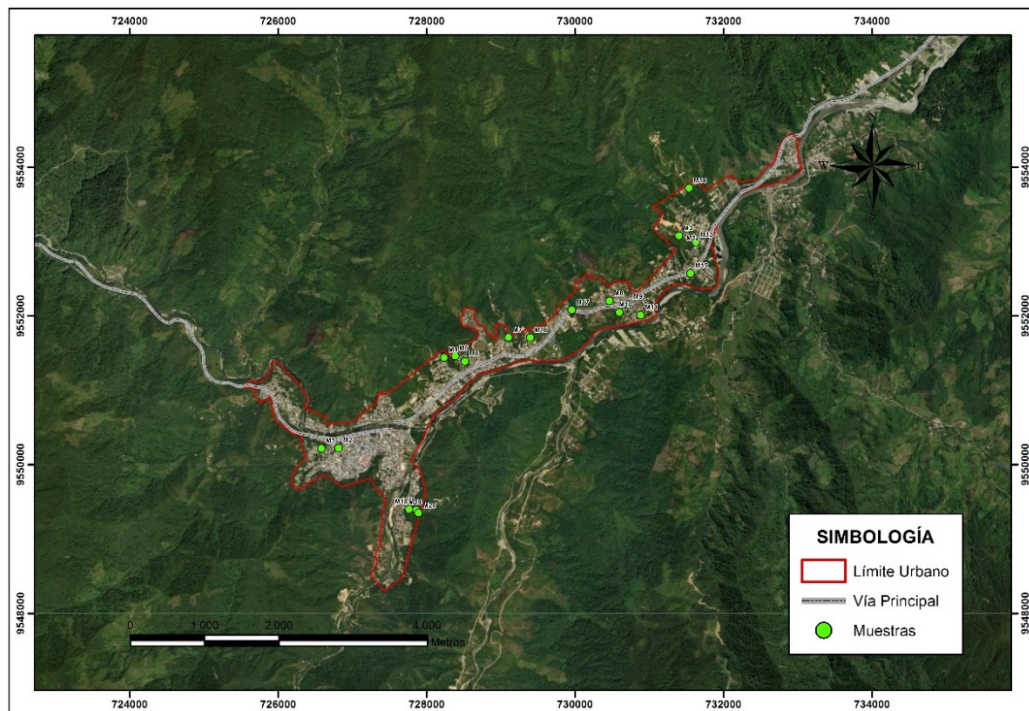
2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Ubicación del Área de Estudio

Regionalmente, el área de investigación se localiza en el suroriente del Ecuador, en la región Amazónica, con un enfoque particular en la zona urbana de la ciudad de Zamora, capital de la provincia de Zamora Chinchipe. Esta ciudad se emplaza en el valle del río Zamora, en la transición morfológica entre la Cordillera Oriental del Ecuador y la llanura amazónica, donde predominan laderas fuertemente disectadas y depósitos aluviales recientes asociados a la red hidrográfica local (GAD Municipal de Zamora, 2020)

Para acceder al área de estudio desde la ciudad de Quito, el recorrido terrestre más usual consiste en dirigirse hacia el sur por la carretera Panamericana hasta la ciudad de Loja y, posteriormente, tomar la vía Loja–Zamora, que desciende hacia el valle del río Zamora atravesando el flanco oriental andino, con un tiempo total de viaje del orden de 9 a 10 horas, dependiendo de las condiciones de tránsito y clima. En el ámbito urbano, la red vial principal y secundaria de Zamora permite el acceso directo a los diferentes sectores donde se ubican los sondeos SPT y los puntos de muestreo de suelos cohesivos considerados en esta tesis, lo que facilita tanto la ejecución de trabajos de campo como el seguimiento de futuras campañas de investigación geotécnica.

Ilustración 1. Ubicación del área de estudio.



Fuente: Propia

2.1. Topografía

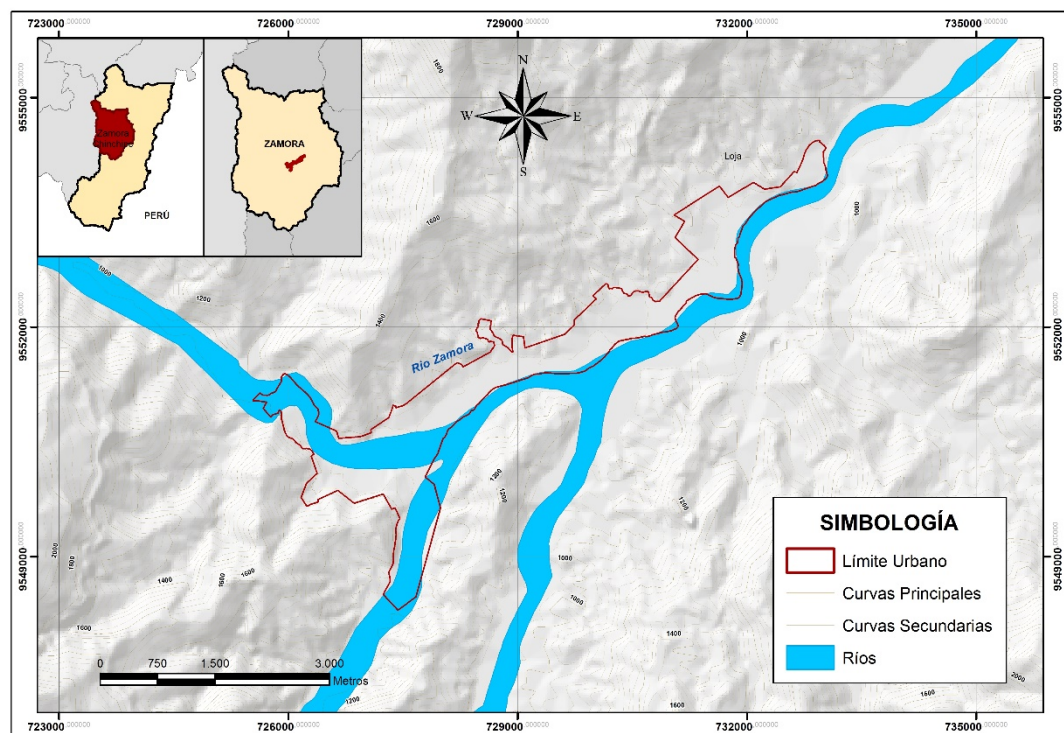
La zona urbana de la ciudad de Zamora se emplaza topográficamente en la franja de transición geomorfológica conocida como la zona subandina, la cual conecta las estribaciones orientales de la Cordillera Real con la cuenca amazónica. El macro-relieve de esta región andina se caracteriza por su naturaleza agreste y fuertemente disectada, configurando valles estrechos, escarpados y con gradientes longitudinales muy pronunciados, como resultado directo del levantamiento tectónico de los Andes y la intensa incisión fluvial. Geográficamente, las cotas de elevación en el polígono de estudio oscilan típicamente entre los 900 y 1.000 metros sobre el nivel del mar (Baldock, 1982; Litherland, Aspden & Jemielita, 1994).

A nivel local o micro-topográfico, el relieve sobre el cual se asienta la infraestructura civil exhibe un marcado contraste respecto a los macizos montañosos circundantes. El casco urbano está dominado por llanuras de inundación y un sistema de terrazas aluviales escalonadas, modeladas por la dinámica erosivo-deposicional del río Zamora y sus principales tributarios. Estas zonas de valle presentan una topografía que varía de plana a moderadamente ondulada. Si bien estas pendientes suaves ofrecen las condiciones geométricas propicias para el desarrollo urbano, imponen un régimen hidrodinámico de

baja energía que condiciona la deposición heterogénea y lenticular de los sedimentos finos (limos y arcillas) propios de los depósitos aluviales (Baldock, 1982; Das, 2012).

Desde la perspectiva analítica de la ingeniería geotécnica, esta estricta configuración topográfica ejerce un control fundamental sobre la variabilidad estratigráfica y el comportamiento físico-mecánico del subsuelo local. Las altas pendientes topográficas de las laderas adyacentes favorecen el transporte rápido de material meteorizado y la formación de depósitos coluviales originados por la acción de la gravedad en las zonas de piedemonte. Simultáneamente, el confinamiento topográfico del valle principal regula la velocidad del flujo de las corrientes superficiales; al alcanzar las llanuras de topografía deprimida, la pérdida de gradiente hidráulico obliga a la decantación progresiva de las partículas en suspensión. Es precisamente esta dinámica geomorfológica la que da origen a los potentes estratos de limos y arcillas que componen el perfil geotécnico de la ciudad, justificando de manera fenomenológica la marcada heterogeneidad y variabilidad espacial presente en los depósitos sobre los cuales se desplanta la infraestructura (Terzaghi, Peck & Mesri, 1996; Das, 2012).

Ilustración 2. Topografía del área de estudio



Fuente: Propia

2.2. Geología Regional

El contexto geológico y geomorfológico del cantón Zamora está definido por un basamento ígneo-metamórfico sobre el cual suprayacen secuencias sedimentarias y depósitos recientes. Estratigráficamente, la zona de estudio está constituida por las siguientes unidades litológicas principales: el Batolito de Zamora, la Formación Chapiza, la Formación Hollín y depósitos cuaternarios discordantes de origen aluvial, coluvial y terrazas fluviales (Baldock, 1982).

- **Batolito de Zamora (Jurásico Medio a Superior)**

El Batolito de Zamora representa la unidad geodinámica y litoestratigráfica predominante del suroriente ecuatoriano, constituyendo el basamento rocoso fundamental sobre el cual se desarrolla la morfología de la región. Estructuralmente, consiste en un extenso complejo ígneo intrusivo de afinidad calcoalcalina que se alarga siguiendo una directriz tectónica norte-sur, segmentado regionalmente por sistemas de fallas longitudinales. Dataciones radiométricas exhaustivas (mediante isocronas Rb-Sr y determinaciones K-Ar) ubican el apogeo de este evento magmático de arco continental en un intervalo comprendido entre los 190 y 150 Ma, correspondiente al Jurásico Medio a Superior (Aspden, Harrison & Rundle, 1992; Litherland, Aspden & Jemielita, 1994).

Desde la perspectiva petrográfica, este cuerpo intrusivo multifase exhibe una marcada heterogeneidad. Está compuesto por una serie de litologías que varían desde monzogranitos leucocráticos hasta granodioritas y dioritas hornbléndico-biotíticas de grano medio a grueso. En estado inalterado, la matriz rocosa presenta una estructura masiva de alta competencia mecánica, destacando la presencia de macrocristales de cuarzo, ortoclasa, plagioclasa y hornblenda. Adicionalmente, el magmatismo que originó este complejo indujo procesos de alteración hidrotermal y metasomatismo en las rocas encajantes (como la Formación Santiago), controlando la formación de depósitos tipo skarn y permitiendo el emplazamiento de facies subvolcánicas, tales como pórfidos y microdioritas (Aspden et al., 1992; Litherland et al., 1994).

A pesar de su alta resistencia intacta, la relevancia de esta formación para la ingeniería de cimentaciones radica en su comportamiento ante el intemperismo. Bajo las exigentes condiciones climáticas de la transición andino-amazónica, el macizo ígneo experimenta una profunda meteorización química y mecánica. Este proceso de degradación hidrolítica

transforma los feldespatos y minerales ferromagnesianos en espesos mantos de regolito, los cuales evolucionan hacia depósitos de suelos residuales conformados por arcillas y limos de tonalidades amarillo-rojizas. Geotécnicamente, este potente horizonte de alteración superficial constituye el estrato de comportamiento cohesivo donde se ejecutan los ensayos de penetración dinámica (N_{60}) y sobre el cual recae la necesidad analítica de estimar la resistencia al corte no drenado (C_u) (Litherland et al., 1994).

- **Formación Chapiza y Hollín**

La formación Chapiza, descrita por Goldschmnd en 1940 a partir de afloramientos del río del mismo nombre, corresponde a un conjunto de rocas continentales del Jurásico que han sido distribuidas en el suroriente, bajo el sustrato cretácico y subdivididas según Tschopp en tres niveles: inferior, medio y superior o miembro Misahuallí, compuesto por intercalaciones de lutitas, areniscas, evaporitas y, en la parte superior conglomerados, brechas tobáceas y lavas con presencia de pirita; en la zona de estudio se identifican secuencias altamente meteorizadas de tonos violáceos y lavas gris verdosas o rojo violáceas en sitios como La Saquea, El Chamico, San Vicente y la quebrada Yanzatza. Sobre esta unidad se dispone, en discordancia angular, la Formación Hollín del Cretácico (145 Ma), reconocida por Wasson y Sinclair en 1927 cerca del río Hollín, caracterizada por blancos compactos de areniscas cuarzosas blancas con intercalaciones de lutitas oscuras, la cual aflora en el tramo Los Encuentros-El Pangui y a lo largo del río Zamora, donde forma taludes resistentes; su espesor varía entre 80 a 240 metros, presenta un rumbo NE-SW con buzamientos hacia el NW y en sectores como Buena Fe, alberga explotaciones de arena silícea de grano limpio y textura sacaroidea.

- **Depósitos Cuaternarios (Pleistoceno - Holoceno)**

Geodinámicamente, la configuración superficial de la zona urbana de Zamora está regida por la intensa erosión del basamento andino y la subsecuente sedimentación ocurrida durante el período Cuaternario. Estos depósitos recientes, que descansan en discordancia sobre las formaciones geológicas más antiguas, constituyen el perfil estratigráfico somero sobre el cual se desplanta la infraestructura civil de la ciudad, dividiéndose morfológicamente en dos categorías principales:

Terrazas Aluviales: Constituyen los depósitos más extensos y de mayor relevancia geotécnica para el presente estudio. Se encuentran distribuidas en amplias franjas

aledañas a la red hidrográfica principal, conformada por los ríos Zamora, Bombuscaro, Jambue y Nangaritz. Estratigráficamente, están compuestas por una mezcla heterogénea y polimíctica de gravas, arenas, limos y arcillas. Según la literatura geológica regional, se logran identificar hasta tres niveles de terrazas escalonadas cuyas potencias pueden alcanzar, de manera localizada, los 50 metros de espesor (Baldock, 1982; Litherland, Aspden & Jemielita, 1994).

Desde el punto de vista de la mecánica de suelos, la característica más crítica de estas terrazas es su deposición en forma lenticular. Esta arquitectura estratigráfica, típica de la llanura de inundación de ríos meándricos, intercala lentes de materiales granulares con potentes estratos de limos y arcillas de baja a media plasticidad. Esta intercalación sedimentaria es la responsable directa de la alta variabilidad espacial in situ, condicionando los perfiles de resistencia dinámica registrados en el ensayo SPT (N60) y justificando la dispersión estadística inherente al correlacionarlos con la resistencia al corte no drenado (Cu) de los estratos cohesivos (Das, 2012).

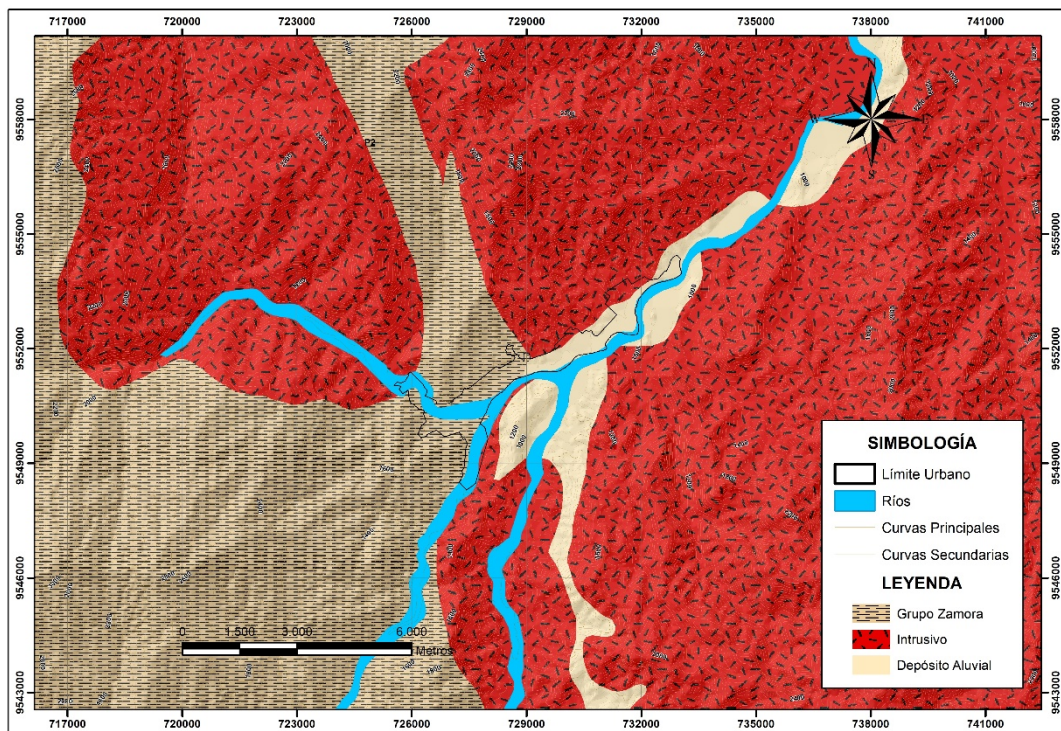
Depósitos Aluviales Activos: Corresponden a los sedimentos de deposición reciente asociados a la dinámica actual de los cauces. Morfológicamente, conforman terrazas de dimensiones muy reducidas y de carácter netamente local. Su extensión restringida es una consecuencia directa del relieve abrupto de la franja subandina, el cual impone valles estrechos, perfiles longitudinales de alto gradiente y la presencia de múltiples cascadas, favoreciendo un régimen hidrodinámico predominantemente erosivo antes que deposicional (Litherland, Aspden & Jemielita, 1994). Geotécnicamente, estos depósitos suelen encontrarse en un estado normalmente consolidado a subconsolidado, presentando altas relaciones de vacíos y alta susceptibilidad a la deformación.

- **Intrusiones ígneas menores**

Adicional a la secuencia sedimentaria cuaternaria, el entorno geológico local exhibe la presencia de cuerpos ígneos intrusivos menores que afloran cortando las unidades litoestratigráficas adyacentes. Composicionalmente, estas intrusiones están constituidas por granodioritas asociadas a pulsaciones magmáticas tardías de edad cretácica, las cuales intruyeron el basamento metamórfico y volcánico preexistente (Aspden, Harrison & Rundle, 1992).

La relevancia de estas intrusiones ígneas para la presente investigación radica en su comportamiento ante el intemperismo. Bajo las condiciones climáticas de la transición andino-amazónica (alta precipitación y temperatura), los feldespatos y minerales ferromagnesianos presentes en estas granodioritas sufren una profunda meteorización química. Este proceso las convierte en la roca madre principal que aporta los filosilicatos (minerales de arcilla como caolinitas e ilitas) que son acarreados por la red fluvial y depositados en las terrazas aluviales, dotando a los finos de la zona urbana de Zamora de su característico comportamiento cohesivo y plástico (Terzaghi, Peck & Mesri, 1996; Das, 2012).

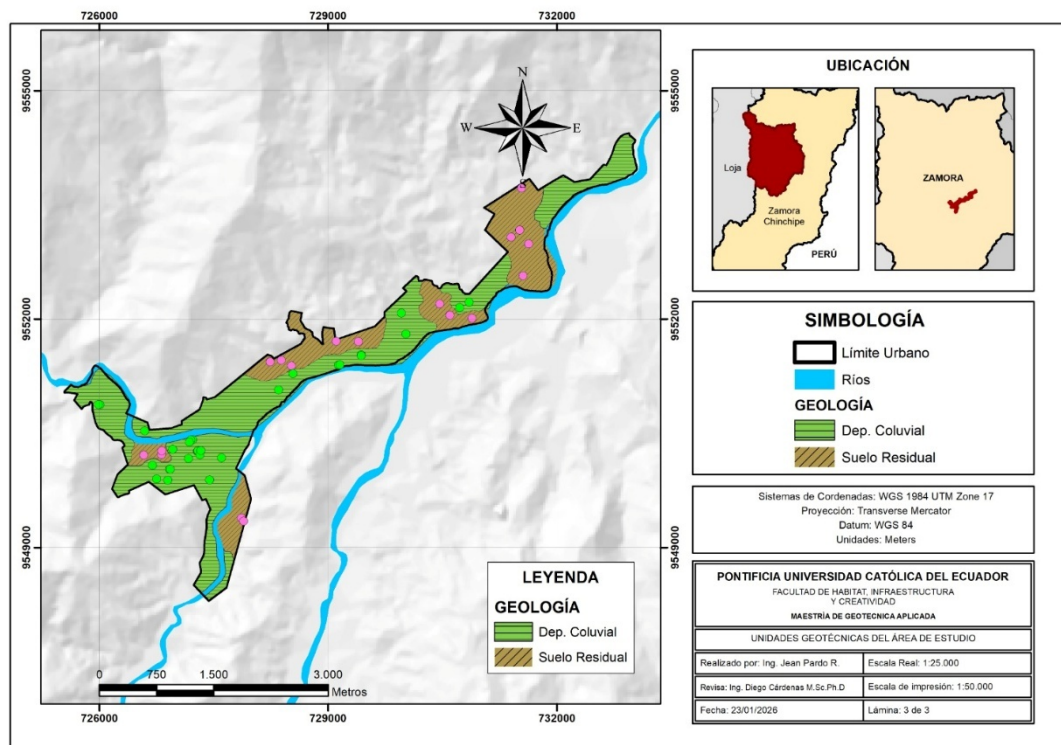
Ilustración 3. Geología regional del área de estudio
mar



Fuente: Modificado de GAD Municipal de Zamora, 2020.

2.3. Geología Local

Ilustración 4. Geología Local



Fuente: Propia

Geomorfológicamente, el área urbana de la ciudad de Zamora se asienta de manera directa sobre los horizontes de alteración superficial del Batolito de Zamora. La roca intacta, constituida primordialmente por granodioritas calcoalcalinas de grano medio a grueso, ha estado sometida a las rigurosas condiciones del clima ecuatorial húmedo imperante en la región, con precipitaciones medias anuales superiores a los 2.300 mm. Este entorno termopluiométrico ha propiciado una agresiva meteorización química, generando un perfil edáfico que transiciona desde un basamento rocoso competente en profundidad, pasando por saprolitos, hasta culminar en potentes mantos de suelos residuales que gobiernan la respuesta tenso-deformacional del subsuelo urbano (Litherland, Aspden & Jemielita, 1994).

En los sectores de menor cota topográfica, la morfología está controlada por la dinámica hidrológica del río Zamora y sus afluentes principales (ríos Bombuscaro y Jambue), donde se desarrollan depósitos cuaternarios aluviales y de terrazas. Estas secuencias sedimentarias, de probable edad holocénica, conforman hasta tres niveles de

terrazas escalonadas caracterizadas por una arquitectura de deposición lenticular. Litológicamente, están constituidas por una mezcla polimíctica de gravas, arenas, limos y arcillas que pueden alcanzar espesores locales de hasta 50 metros. Esta configuración estratigráfica introduce una marcada heterogeneidad espacial, tanto lateral como vertical, condicionando una alta variabilidad en las propiedades mecánicas del terreno (Baldock, 1982).

Desde la perspectiva de la mecánica de suelos, la fracción fina de comportamiento cohesivo presente en la zona obedece a dos orígenes genéticos claramente diferenciados:

Suelos residuales: Derivados de la meteorización in situ de la granodiorita, clasificados bajo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) predominantemente como arcillas de baja plasticidad (CL) y limos inorgánicos (ML). Su mineralogía está dominada por caolinita, illita y óxidos de hierro, producto de la alteración hidrolítica de feldespatos y micas.

Depósitos aluviales finos: Correspondientes a lentes arcillosos y limosos de decantación intercalados dentro de las terrazas fluviales, los cuales exhiben una mayor variabilidad textural e incrustaciones esporádicas de materia orgánica (Litherland, Aspden & Jemielita, 1994).

La información estratigráfica derivada de los perfiles de los 21 sondeos de Penetración Estándar (SPT) ejecutados corrobora esta fenomenología local. La secuencia típica inicia con un horizonte superficial de suelo orgánico o relleno antrópico con potencias de 0.5 a 1.0 m, subyacente por una alternancia variable de estratos cohesivos arcillo-limosos (CL, ML) y depósitos granulares (SM, GW-GM). La distribución espacial y el espesor de estos estratos dependen estrictamente de la proximidad a los cauces fluviales y de la posición geomorfológica del sondeo. Los depósitos cohesivos analizados se localizan mayoritariamente entre 1.0 y 7.0 metros de profundidad, exhibiendo una resistencia a la penetración estandarizada (N_{60}) que denota estados de consistencia oscilantes entre blanda y firme (Terzaghi, Peck & Mesri, 1996; Das, 2012).

La ausencia de una cartografía geológica de detalle a escala urbana, unida a la complejidad inherente a la intercalación de depósitos residuales y fluviales en ambientes subandinos de transición, justifica la necesidad imperativa de caracterizar las propiedades geotécnicas locales. Para ello, resulta indispensable el análisis de los materiales mediante

ensayos de campo y laboratorio rigurosamente calibrados a las condiciones geomecánicas específicas del entorno (Baldock, 1982; Aspden, Harrison & Rundle, 1992).

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. Definición de suelo

En geotecnia, el suelo se define como un agregado de partículas minerales sólidas, con o sin materia orgánica, formado por la desintegración y descomposición de rocas, en cuyos vacíos puede encontrarse agua, aire o ambos (Das, 2011). Esta naturaleza trifásica (sólidos, líquido y gas) determina que su comportamiento mecánico no sea homogéneo ni isótropo, sino que dependa de la proporción relativa de cada fase, de la mineralogía de las partículas y de las condiciones de carga y drenaje a las que esté sometido (Terzaghi & Peck, 1967).

A diferencia de los materiales de construcción convencionales, el suelo no posee propiedades mecánicas fijas: su resistencia, compresibilidad y permeabilidad varían espacialmente y en función del estado de esfuerzos, lo que exige una caracterización sistemática mediante ensayos de laboratorio y campo para cada proyecto geotécnico (Das, 2011).

3.2. Relaciones volumétricas y gravimétricas

La descripción del estado de un suelo requiere cuantificar la proporción relativa de sólidos, agua y aire, lo cual se logra mediante relaciones volumétricas y gravimétricas. Estos parámetros permiten comparar diferentes estratos, interpretar resultados de ensayos y relacionar el comportamiento observado con la estructura interna del material. (Das, 2011). Entre los parámetros volumétricos más utilizados se encuentran la relación de vacíos e , la porosidad n y el grado de saturación S_r , definidos respectivamente como (Das, 2011):

$$n = \frac{V_v}{V}, S_r = \frac{V_w}{V_v}$$

Donde:

V_v : volumen de vacíos

V_s : volumen de sólidos

V : volumen total

V_w : volumen de agua

Desde el punto de vista gravimétrico, el contenido de agua w expresa la relación entre la masa del agua y la masa de partículas sólidas presentes en el suelo:

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100\%$$

Este parámetro es de especial relevancia en suelos cohesivos, dado que su variación modifica directamente la consistencia, la resistencia al corte y la compresibilidad del material (Terzaghi & Peck, 1967). Complementariamente, el peso unitario natural γ relaciona el peso total del suelo con su volumen total y constituye el parámetro base para el cálculo de esfuerzos geostáticos:

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

El conjunto de estas relaciones permite comparar estratos, interpretar ensayos de laboratorio y caracterizar el estado inicial del suelo antes de cualquier análisis de resistencia o deformación (Das, 2011).

3.3. Suelos cohesivos

Los suelos cohesivos constituyen una categoría geotécnica fundamental cuya definición trasciende la mera descripción granulométrica. En geotecnia, el término cohesivo alude a aquellos materiales de grano fino (limos y arcillas) cuyas partículas poseen un tamaño inferior a 0.075 mm (malla N.º 200) y en los que la resistencia al corte no depende únicamente de la presión de confinamiento, sino también de fuerzas de naturaleza electroquímica que actúan a escala interparticular (Das, 2011). A diferencia de los suelos granulares, donde la resistencia se rige por la fricción entre granos en contacto, en los suelos cohesivos la interacción entre la doble capa difusa del agua adsorbida y los minerales arcillosos de superficie laminar (principalmente caolinita, illita y montmorillonita) genera fuerzas de atracción que mantienen unidas las partículas incluso en ausencia de presión normal (Terzaghi & Peck, 1967).

El comportamiento mecánico de estos materiales está gobernado por su estado de consistencia, el cual varía de manera continua en función del contenido de humedad. Atterberg (1911) sistematizó esta transición definiendo cuatro estados de consistencia

(sólido, semisólido, plástico y líquido) cuyos límites de transición (límite de contracción LC , límite plástico LP y límite líquido LL) son los parámetros de identificación más empleados en la práctica geotécnica mundial (Das, 2011). El índice de plasticidad, definido como:

$$IP = LL - LP$$

Representa el intervalo de humedades dentro del cual el suelo exhibe comportamiento plástico y constituye el principal indicador de la actividad coloidal del suelo: a mayor IP , mayor predominio de minerales arcillosos expansivos y mayor sensibilidad a cambios de humedad (Jiménez Salas & de Justo, 1975).

3.4. Características Diferenciales: Arcillas y Limos

La distinción entre limos y arcillas en el marco cohesivo no es únicamente de tamaño, sino fundamentalmente de naturaleza mineralógica y comportamiento coloidal. La siguiente tabla sintetiza las diferencias ingenieriles esenciales:

Tabla 1. Diferencias entre limos y arcillas

Propiedad	Limos (ML / MH)	Arcillas (CL / CH)
Tamaño de partícula	0.002 – 0.075 mm	< 0.002 mm
Forma de partícula	Redondeada a subangular	Laminar (plaquetas)
Mineralogía dominante	Cuarzo, fragmentos de roca	Caolinita, illita, montmorillonita
Propiedades coloidales	Ausentes o muy bajas	Presentes; alta actividad superficial
Permeabilidad	10^{-5} a 10^{-7} cm/s	< 10^{-6} cm/s
Plasticidad (IP)	0 – 10 (baja)	> 11 (media a alta)
Secado	Rápido; no se adhieren a los dedos	Lento; se adhieren a los dedos
Expansividad	No expansivos	Potencialmente expansivos
Consolidación	Asentamientos relativamente rápidos	Asentamientos diferidos en el tiempo

Fuente: Jiménez Salas & de Justo (1975); Das (2011).

3.5. Clasificación del suelo

Los sistemas de clasificación de suelos dividen los materiales del subsuelo en grupos y subgrupos con base en propiedades ingenieriles comunes, tales como la distribución granulométrica, el límite líquido (*LL*) y el índice de plasticidad (*IP*). En la práctica geotécnica actual se emplean principalmente dos sistemas: el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), normalizado bajo la ASTM D2487 (*Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes*), y el sistema de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (Das, 2012). La aplicación simultánea de ambos sistemas permite una caracterización más robusta del suelo, al combinar la descripción del comportamiento mecánico intrínseco que ofrece el SUCS con la evaluación funcional de subrasante que proporciona la AASHTO (Das, 2012).

3.5.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)-ASTM D2487

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos fue propuesto originalmente por A. Casagrande en 1942, revisado y adoptado por el *US Army Corps of Engineers*, y en la actualidad formalizado mediante la norma ASTM D2487 (*Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes*). Esta práctica clasifica los suelos en categorías que representan su comportamiento ingenieril, tomando como insumos los resultados de ensayos de laboratorio que determinan la distribución granulométrica, el límite líquido (*LL*) y el índice de plasticidad (*IP*) (ASTM D2487; Das, 2013).

Antes de que un suelo pueda ser clasificado conforme a esta norma, es necesario determinar la curva granulométrica del material que pasa el tamiz de 3 in (75 mm), así como sus características de plasticidad, de acuerdo con el contenido de finos estimado (ASTM D2487):

- **Contenido de finos <5%:** se requiere únicamente la curva de distribución acumulativa de tamaños de la fracción retenida en el tamiz N° 200 (75 μ m). La distribución granulométrica puede obtenerse mediante los métodos ASTM D6913, C136, D1140 y C117 (ASTM D2487).
- **Contenido de finos entre 5 y 15 %:** adicionalmente a la curva granulométrica, se requiere la determinación del *LL* y del *IP*. Si la muestra

disponible es insuficiente para ello, los finos podrán estimarse mediante el procedimiento visual-manual descrito en la práctica ASTM D2488 (ASTM D2487).

- **Contenido de finos $\geq 5\%$:** se requiere la determinación del porcentaje de finos, porcentaje de arena y porcentaje de grava, así como el *LL* y el *IP* (ASTM D2487; Das, 2013).
- **Contenido de finos estimado $\geq 90 \%$:** los porcentajes de finos, arena y grava pueden estimarse mediante los procedimientos de la práctica ASTM D2488 (ASTM D2487).

El sistema divide los suelos en dos grandes fracciones: la fracción gruesa, compuesta por las partículas retenidas en el tamiz N° 200 (0,075 mm), y la fracción fina, compuesta por las partículas que pasan dicha malla. Dentro de la fracción gruesa, gravas y arenas se distinguen tomando como límite el tamiz N° 4 (4,75 mm): las partículas retenidas en este tamiz corresponden a gravas, y las que lo pasan, pero son retenidas en el N° 200 corresponden a arenas (ASTM D2487; Das, 2013).

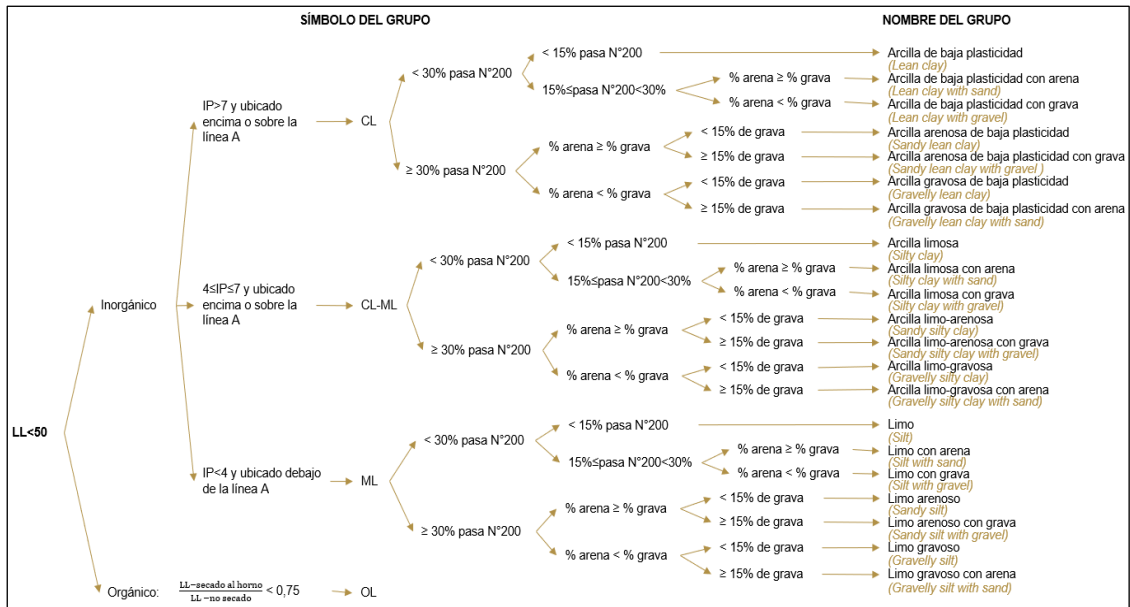
- **Criterio de separación primaria en fracción fina**

De acuerdo con los lineamientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos normado por la ASTM D2487, los materiales del subsuelo se consideran de grano fino cuando el 50 % o más de su masa logra atravesar el tamiz N° 200 (abertura de 0.075 mm). La caracterización de esta matriz fina exige evaluar su consistencia mediante la interpretación de sus límites de Atterberg sobre la carta de plasticidad concebida por Casagrande (1948). En este contexto, la Ilustración 5 ilustra la distribución analítica para los suelos finos inorgánicos de baja compresibilidad, cuya frontera numérica está estrictamente definida por un Límite Líquido menor a 50 ($LL < 50$). Esta herramienta esquemática resulta fundamental para discriminar fenomenológicamente entre limos de baja plasticidad (ML) y arcillas magras (CL) en función de su posición respecto a la Línea A, otorgando veracidad geomecánica a la estratigrafía perfilada.

Cuando la inspección visual o el comportamiento del material sugieren la presencia de materia orgánica, el sistema exige una verificación térmica rigurosa para cuantificar su influencia en la pérdida de resistencia del suelo. Específicamente, un estrato adquiere

la designación de naturaleza orgánica si la razón matemática entre su Límite Líquido tras secado al horno y su Límite Líquido en estado natural resulta menor a 0.75 (Kulhawy & Mayne, 1990).

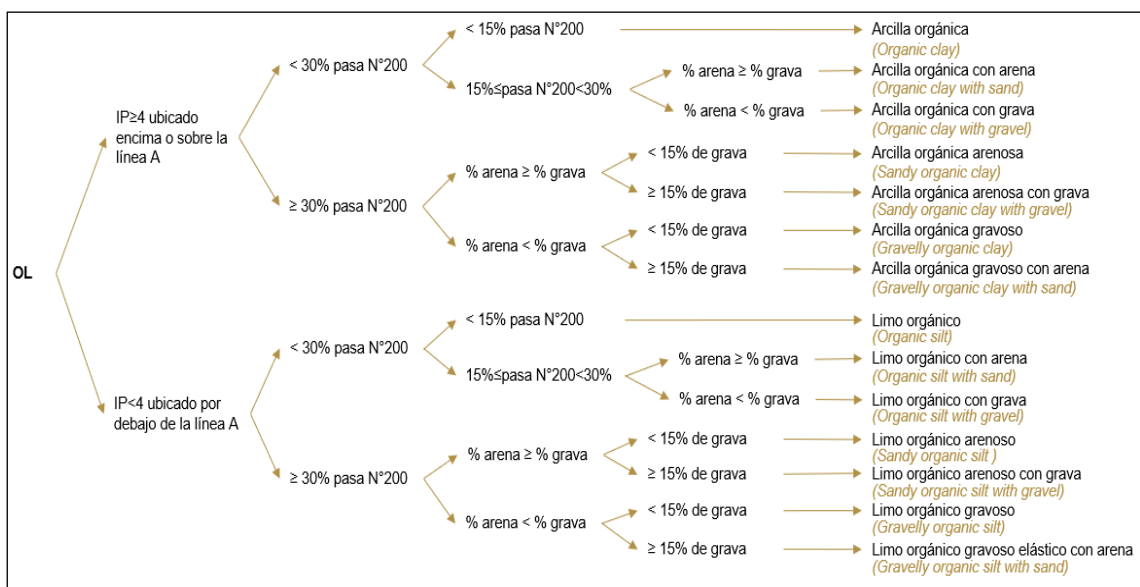
Ilustración 5. Clasificación de suelo grano fino 50% o más que pasa el tamiz N°200



Fuente: ASTM, 2017

En la Ilustración 6, esquematiza la sistemática de clasificación para los depósitos orgánicos de baja compresibilidad (LL < 50), a los cuales se les asigna el símbolo de grupo OL. Por su parte.

Ilustración 6. Clasificación de suelo grano fino orgánicos 50% o más que pasa el tamiz N°200

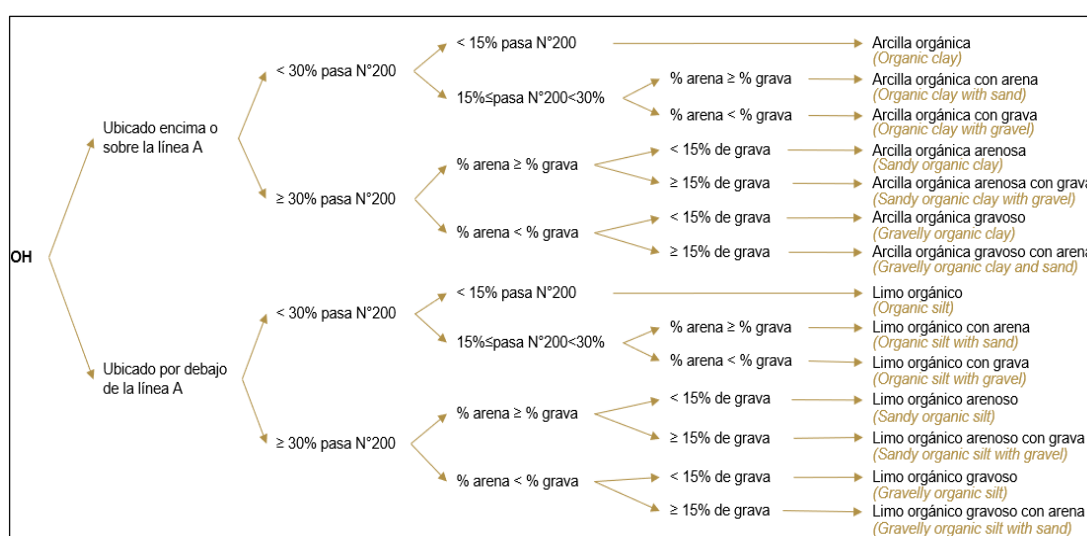


Fuente: ASTM, 2017

De acuerdo con los lineamientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos normado por la ASTM D2487, los materiales del subsuelo se consideran de grano fino cuando el 50 % o más de su masa logra atravesar el tamiz N° 200 (abertura de 0.075 mm).

La Ilustración 7 detalla el flujograma de clasificación para los suelos finos orgánicos de alta compresibilidad ($LL \geq 50$), designados bajo el símbolo de grupo OH. En ambos escenarios, el comportamiento geomecánico definitivo del depósito (arcilla o limo orgánicos) se valida evaluando las coordenadas de plasticidad frente a la Línea A de Casagrande.

Ilustración 7. Clasificación de suelo grano fino orgánicos 50% o más que pasa el tamiz N°200

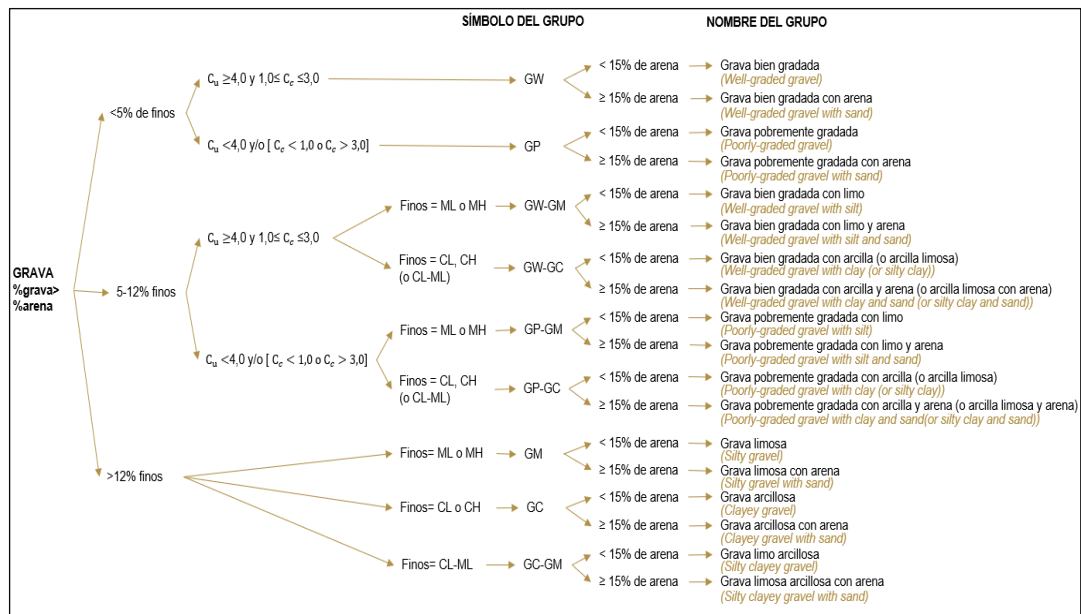


Fuente: ASTM, 2017

- **Criterio de separación primaria en fracción gruesa**

El criterio de separación primaria establece que si más del 50 % de la masa total de la muestra es retenida en el tamiz N° 200, el material abandona el comportamiento netamente cohesivo para definirse estructuralmente como un suelo de grano grueso. Para discriminar la matriz dominante de este esqueleto granular, la norma ASTM D2487 emplea el tamiz N° 4 (abertura de 4.75 mm) como frontera de evaluación secundaria. En este sentido, la Ilustración 8 presenta la distribución lógica de símbolos de grupo para materiales eminentemente gravosos. Este esquema se aplica estrictamente cuando más del 50 % de la fracción gruesa no logra atravesar la malla N° 4, constituyendo el procedimiento analítico básico para validar en laboratorio la presencia de gravas limpias (GW, GP) o gravas con finos arcillo-limosos (GC, GM) encontradas durante la exploración.

Ilustración 8. Clasificación de suelo grano grueso más del 50% es retenido en el tamiz N°200

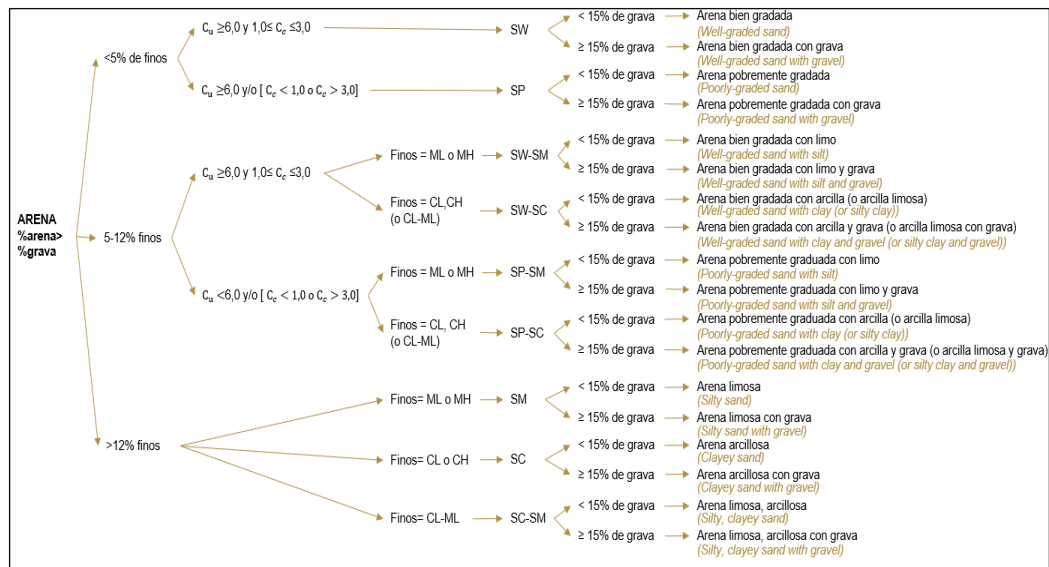


Fuente: ASTM, 2017

En la Ilustración 9, cuando un material ha sido previamente catalogado como de grano grueso (es decir, más del 50 % de su masa es retenida en la malla N° 200), resulta imperativo evaluar la distribución de esta porción granular frente al tamiz N° 4 (abertura de 4.75 mm). De acuerdo con los lineamientos del SUCS estandarizados en la norma ASTM D2487, si el 50 % o más de la fracción gruesa logra atravesar dicho tamiz, el material abandona la categoría de gravas y se clasifica intrínsecamente como un suelo arenoso (Kulhawy & Mayne, 1990; Das, 2012).

En este contexto, la Ilustración 9 ilustra el diagrama de flujo correspondiente a la clasificación de estas arenas, detallando los criterios de gradación y el comportamiento de sus finos para la correcta asignación del símbolo de grupo definitivo (tales como SW, SP, SM o SC). La aplicación estricta de este rigor esquemático resulta fundamental en la práctica geotécnica, puesto que deja de ser una simple identificación visual para convertirse en la herramienta analítica que otorga certidumbre y veracidad geomecánica a la matriz arenosa perfilada durante la exploración de campo.

Ilustración 9. Clasificación de suelo grano grueso más del 50% es retenido en el tamiz N°200



Fuente: ASTM, 2017

3.5.2. Sistema de clasificación de suelos AASHTO - AASHTO M 145

El sistema de clasificación de la American Association of State Highway and Transportation Officials, normado bajo la designación AASHTO M 145, fue desarrollado con el propósito específico de evaluar la idoneidad y el desempeño de los suelos como materiales de soporte estructural para pavimentos y subrasantes viales (AASHTO, 1991; Das, 2012). A diferencia de otros enfoques puramente fenomenológicos, este sistema categoriza los depósitos del subsuelo mediante un proceso de eliminación sistemática de izquierda a derecha en sus tablas estandarizadas, utilizando como parámetros índices la distribución granulométrica, el límite líquido LL y el índice de plasticidad IP (AASHTO, 1991; Das, 2012).

La separación primaria en la metodología AASHTO establece el límite de comportamiento entre materiales de naturaleza granular y cohesiva en un umbral del 35% de partículas finas: los depósitos en los que el 35% o menos de la masa total pasa el tamiz N.º 200 (0.075 mm) se catalogan como materiales granulares y se asignan a los grupos A-1, A-2 y A-3, mientras que cuando la fracción limo-arcillosa supera el 35%, la matriz fina controla la permeabilidad y la susceptibilidad volumétrica del conjunto, clasificando estructuralmente al material dentro de los grupos A-4, A-5, A-6 o A-7 (AASHTO, 1991; Das, 2012).

Dentro de la fracción eminentemente granular, el grupo A-1 comprende mezclas bien graduadas de fragmentos de roca, grava, arena y un aglutinante no plástico o débilmente

plástico, representando terrenos de fundación de excelente calidad; el grupo A-3 se restringe a arenas finas esencialmente no plásticas, típicas de depósitos eólicos o de playa, mientras que el grupo A-2 actúa como categoría de transición que incluye gravas y arenas limosas o arcillosas, cuyo desempeño estructural depende fuertemente del comportamiento de su fracción fina (Das, 2012). Para materiales donde predomina la matriz fina, los grupos A-4 y A-5 describen suelos limosos con $IP \leq 10$, diferenciados principalmente por un límite líquido menor o mayor que 40, en tanto que los grupos A-6 y A-7 corresponden a suelos arcillosos con $IP \geq 11$, subdividiéndose este último en A-7-5 o A-7-6 según la relación entre IP y LL establecida por la propia norma (AASHTO, 1991; Das, 2012).

Para refinar la evaluación de la calidad del estrato de fundación dentro de un mismo grupo, la especificación M 145 introduce el Índice de Grupo IG , parámetro empírico que penaliza la presencia excesiva de finos, la alta compresibilidad y la elevada plasticidad de la matriz del suelo mediante la expresión

$$IG = (F_{200} - 35) [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01 (F_{200} - 15) (IP - 10)$$

donde F_{200} es el porcentaje de material que pasa el tamiz N.º 200, mientras que LL e IP corresponden al límite líquido y al índice de plasticidad determinados en laboratorio (AASHTO, 1991; Das, 2012). Desde la perspectiva del diseño vial, el índice de grupo se interpreta como un indicador inverso de la capacidad de soporte: se redondea al entero más cercano, se toma como cero cuando la ecuación arroja un valor negativo, y valores bajos caracterizan suelos de excelente calidad, mientras que índices elevados denotan subrasantes de comportamiento pobre o regular; adicionalmente, para los subgrupos A-2-6 y A-2-7 la norma exige omitir el término asociado al límite líquido en el cálculo de IG , evaluando la penalización únicamente a partir del índice de plasticidad (AASHTO, 1991; Das, 2012).

3.6. Características físicas del suelo

3.6.1. Análisis Granulométrico

a) Preparación de equipos, muestra y definición de método

La fase preparatoria exige una inspección visual sistemática de la muestra y el acondicionamiento de los equipos de laboratorio: hornos de secado, balanzas con la

precisión requerida, agitador mecánico y la serie de tamices seleccionada (ASTM, 2017). La condición inicial de la muestra se define en función del tipo de suelo: en suelos predominantemente granulares se suele trabajar con material húmedo, mientras que en suelos de plasticidad baja a media es habitual un secado previo al aire; en todos los casos, la norma exige registrar masas con la precisión asignada al método A (lectura a 1 g) o al método B (lectura a 0.1 g), según el tamaño máximo de partícula y la masa del espécimen (ASTM, 2017; Das, 2012).

El parámetro que gobierna el diseño del ensayo es el tamaño máximo de partícula TM , del cual depende la masa mínima de espécimen necesaria para garantizar la representatividad estadística, calculada a partir de tablas normativas análogas a las utilizadas en el control de humedad (ASTM, 2017; ASTM, 2019). Cuando el material presenta $TM \leq 25.4$ mm (1"), se admite el uso de un tamizado simple; si el depósito contiene partículas con $TM > 25.4$ mm, la norma exige aplicar un tamizado compuesto con una o dos etapas de separación, definiendo un tamiz separador (por ejemplo, 1", 3/4", 3/8" o N° 4) y la serie de tamices asociada (ASTM, 2017).

b) Lavado y obtención de fracciones representativas

Para evitar que la adherencia de finos distorsione la clasificación del esqueleto granular, el ensayo requiere someter el espécimen a un lavado previo al tamizado mecánico, salvo en casos específicos indicados por la norma (ASTM, 2017). Tras el cuarteo de la muestra de campo hasta obtener la masa requerida, se registra la identificación del contenedor y la masa húmeda del espécimen, se seca en horno y se determina la masa seca inicial W_{s1} (ASTM, 2017). El lavado se realiza vertiendo agua a través del tamiz N.° 200 en ensayos de tamizado simple, o a través del tamiz separador en procedimientos compuestos; posteriormente, el material retenido se seca nuevamente en horno y se registra la masa seca posterior al lavado W_{s2} , de modo que la pérdida de finos pueda cuantificarse indirectamente (ASTM, 2017).

En tamizados compuestos, la metodología exige separar físicamente una porción gruesa (retenida en el tamiz separador) y una porción fina (pasante), registrando las masas de recipiente más fracción, y secando cada una por separado, de forma que el balance de masas permita controlar pérdidas y garantizar la representatividad de las fracciones respecto del espécimen completo (ASTM, 2017; Das, 2012).

c) Parámetros y cálculos granulométricos

Una vez secas, las fracciones se someten a agitación mecánica a través de la serie de tamices predefinida y se registra la masa retenida en cada malla $W_{ret(i)}$ (ASTM, 2017). La norma incorpora criterios de aceptación que actúan como un nodo de decisión sobre la validez del ensayo: se debe verificar que ningún tamiz trabaje con sobrecarga de material, especialmente los de abertura menor, y que la pérdida total de masa durante lavado y tamizado se mantenga dentro de límites tolerables, del orden de una fracción porcentual de la masa seca del espécimen (ASTM, 2017). Si se exceden estos umbrales, el ensayo se considera no aceptable y los resultados no deben utilizarse en la construcción de la curva granulométrica; si se cumplen, se procede al cálculo de porcentajes retenidos y pasantes y a la representación de la distribución granulométrica (Das, 2012).

d) Cálculos granulométricos con fórmulas ASTM

A partir de las cuantificaciones másicas registradas durante el ensayo mecánico, el procesamiento analítico exige determinar las proporciones correspondientes a cada abertura de malla, conforme a los lineamientos estandarizados en la norma ASTM D6913. Para un tamizado simple, el cálculo fundamental consiste en determinar la masa retenida acumulada en el tamiz superior, la cual se define como la sumatoria de las masas retenidas en dicho tamiz y en todos los tamices de mayor abertura que le preceden:

$$MAR_i = \sum_{k=1}^i W_{ret(k)}$$

Donde:

- MAR_i : masa retenida acumulada en el tamiz i .
- $W_{ret(k)}$: masa retenida individualmente en el tamiz k .
- M_s : masa seca total del espécimen.
- $\%Pas_i$: porcentaje pasante estandarizado en el tamiz i .

En escenarios geomecánicos donde la heterogeneidad y el tamaño de la muestra imponen la ejecución de un tamizado compuesto, los porcentajes pasantes obtenidos en la evaluación del subespécimen (fracción fina) no representan directamente a la matriz global del depósito. Para solventar esta discrepancia, la norma ASTM D6913 prescribe la

aplicación de un Factor de Corrección de Tamizado Compuesto (*CSCF*, por sus siglas en inglés). Este factor equivale al porcentaje másico que logró atravesar el tamiz separador designado durante el tamizado de la porción gruesa, permitiendo escalar rigurosamente los datos del subespécimen mediante la expresión:

Una vez procesados los cálculos gravimétricos, los porcentajes pasantes se proyectan en un sistema de coordenadas semilogarítmico, donde el eje de las abscisas (en escala logarítmica) representa la abertura geométrica del tamiz, y el eje de las ordenadas (en escala aritmética) indica el porcentaje que pasa. Esta representación analítica, denominada curva de distribución granulométrica, permite la interpolación empírica de los diámetros característicos de la matriz del suelo (Das, 2012):

- D_{10} : Diámetro efectivo, correspondiente a la abertura teórica por la cual pasa el 10 % del material. Gobierna la permeabilidad en suelos granulares.
- D_{30} : Diámetro correspondiente al 30 % pasante.
- D_{60} : Diámetro correspondiente al 60 % pasante.

Para cuantificar de manera objetiva la geometría de la curva granulométrica y evaluar numéricamente la gradación del depósito de suelo, se exige el cálculo del Coeficiente de Uniformidad (C_u) y el Coeficiente de Curvatura (C_c), cuyas expresiones fenomenológicas se definen como:

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

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

Estos parámetros índices constituyen el pilar analítico indispensable en la mecánica de suelos para clasificar los materiales granulares (arenas y gravas) como bien gradados (W) o pobremente gradados (P), de acuerdo con los rigurosos umbrales de aceptación establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos en la norma ASTM D2487 (Das, 2012). En conjunto, esta sistemática de cálculo sintetiza el flujo analítico completo: desde el pesaje y cribado de laboratorio hasta la determinación de los parámetros físicos que rigen el comportamiento tenso-deformacional del esqueleto granular.

3.6.2. Límites de Atterberg

La consistencia de los suelos de grano fino está intrínsecamente ligada a la interacción fisicoquímica entre los minerales de arcilla y las moléculas de agua adsorbidas en su superficie. A medida que el contenido de humedad varía, el suelo experimenta transiciones reológicas entre cuatro estados físicos fundamentales: sólido, semisólido, plástico y líquido. Las fronteras empíricas que delimitan estas fases se denominan límites de Atterberg, específicamente el límite de contracción, el límite plástico y el límite líquido, los cuales constituyen parámetros índice esenciales en la práctica geotécnica. Su determinación analítica no solo rige los sistemas de clasificación estandarizados (SUCS y AASHTO), sino que permite al ingeniero correlacionar cualitativa y cuantitativamente el comportamiento tenso-deformacional del estrato, infiriendo propiedades geomecánicas críticas como la compresibilidad, la conductividad hidráulica y la resistencia al corte no drenado. (Das, 2012; ASTM D4318).

3.6.2.1. Límite líquido

El límite líquido LL se define como el contenido de agua, en porcentaje de la masa seca, a partir del cual un suelo cohesivo deja de comportarse como un material plástico y pasa a un estado fluido o cuasi-líquido, con resistencia al corte no drenado remanente muy bajo del orden de unos pocos kPa (Das, 2012). En este estado frontera, la estructura del esqueleto granular ya no puede mantener una forma definida frente a solicitaciones externas, lo que implica una elevada susceptibilidad a deformaciones volumétricas y un desempeño deficiente como material de soporte cuando el contenido de humedad se aproxima a LL. (Das, 2012).

La norma ASTM D4318 regula su determinación mediante el dispositivo de Casagrande, proponiendo dos métodos de cálculo: el Procedimiento A (método multipunto) y el Procedimiento B (método de un punto) (ASTM, 2017). En el método multipunto se ensayan al menos tres a cuatro contenidos de agua, obteniendo cierres de la ranura de 12.7 mm para números de golpes decrecientes entre aproximadamente 15 y 35; los pares número de golpes–contenido de agua se representan en un gráfico semilogarítmico y se ajusta una recta de flujo, tomando como LL el contenido de agua correspondiente a 25 golpes (ASTM, 2017). El método de un punto, en cambio, utiliza un único ensayo con cierre entre 20 y 30 golpes N y aplica una expresión empírica del tipo:

$$LL = w_N \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

donde w_N es el contenido de agua del espécimen ensayado, recomendándose su uso principalmente para controles rutinarios en suelos inorgánicos, dado que su precisión disminuye en suelos orgánicos o marinos (ASTM, 2017; Das, 2012).

3.6.2.2. Límite plástico

El límite plástico LP delimita el tránsito entre el estado plástico y el semisólido y corresponde al contenido de humedad mínimo para que las partículas finas mantengan una película de agua adsorbida que permita el deslizamiento relativo sin fractura del conjunto (Das, 2012). Por debajo de LP, el suelo pierde su capacidad de deformarse plásticamente y adquiere un comportamiento frágil, manifestado en agrietamiento y desmoronamiento al intentar moldearlo (Terzaghi, Peck y Mesri, 1996).

Según ASTM D4318, el ensayo consiste en tomar pequeñas porciones de suelo, darles forma elipsoidal y laminarlas manualmente sobre una placa de vidrio esmerilado hasta obtener cilindros de 3.2 mm de diámetro; cuando el rollo se agrieta o se desmenuza al alcanzar este diámetro, se considera que el contenido de agua de la muestra corresponde al límite plástico (ASTM, 2017). Se realizan al menos dos determinaciones y el valor de LP se adopta como el promedio de los contenidos de humedad redondeado al entero más cercano, siempre que la diferencia entre resultados se mantenga dentro de los límites de repetibilidad especificados por la norma (ASTM, 2017).

3.6.2.3. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad IP es un parámetro derivado que cuantifica el intervalo de humedad dentro del cual el suelo exhibe comportamiento plástico significativo, definiéndose como

$$IP = LL - LP$$

donde LL y LP son el límite líquido y el límite plástico, respectivamente, expresados como contenidos de agua en porcentaje (Das, 2012). ASTM D4318 establece que, si no es posible determinar alguno de los dos límites o si el valor obtenido de LP es igual o mayor que LL, el suelo debe reportarse como no plástico (NP) (ASTM, 2017).

En términos geotécnicos, IP actúa como un indicador indirecto de la cantidad y actividad de los minerales de arcilla, de modo que valores elevados se asocian con suelos de alta plasticidad, elevada compresibilidad, fuerte sensibilidad a variaciones del contenido de agua y tendencia a procesos de expansión–contracción (Das, 2012; Terzaghi, Peck y Mesri, 1996). El índice de plasticidad constituye la base de la carta de plasticidad de Casagrande utilizada en ASTM D2487 para diferenciar limos y arcillas (ML, CL, MH, CH) y es una variable clave en múltiples correlaciones empíricas entre el número de golpes corregido N_{60} y la resistencia al corte no drenada C_u , en las que el factor $f_1 = C_u/N_{60}$ se ha mostrado fuertemente dependiente de la plasticidad del suelo (Kulhawy y Mayne, 1990; Stroud, 1974; Hara et al., 1974).

3.7. Resistencia al corte no drenado (C_u)

3.7.1. Definición y condición

La resistencia al corte no drenado (C_u) constituye el parámetro geomecánico fundamental que gobierna la estabilidad a corto plazo de estructuras geotécnicas emplazadas sobre depósitos arcillosos saturados, tales como terraplenes, cimentaciones superficiales y taludes de excavación (Holtz et al., 2011; Das, 2012). Fenomenológicamente, esta magnitud representa la capacidad máxima de resistencia al esfuerzo cortante que puede movilizar un suelo cohesivo bajo condiciones de solicitación suficientemente rápida, en las cuales el exceso de presión intersticial generado por la aplicación de carga no puede disiparse debido a la baja permeabilidad hidráulica característica de las arcillas. (Lambe & Whitman, 1969; Terzaghi et al., 1996).

Desde una perspectiva de mecánica de suelos clásica, la condición no drenada se establece cuando el tiempo característico de aplicación de la carga (t_{carga}) es significativamente menor que el tiempo requerido para la consolidación del estrato ($t_{consolidación}$), condición que puede expresarse dimensionalmente mediante el factor tiempo adimensional:

$$T = \frac{c_v \cdot t}{H^2} \ll 1$$

donde c_v es el coeficiente de consolidación vertical, t es el tiempo transcurrido desde la aplicación de la carga y H es la longitud de drenaje del estrato (Lambe & Whitman, 1969). Valores de $T < 0.01$ garantizan que prácticamente no ha ocurrido disipación de

presiones de poros, validando el análisis en términos de esfuerzos totales y resistencia no drenada. (Mitchell & Soga, 2005).

3.7.2. Ensayo de compresión simple (ASTM D2166)

El ensayo de compresión simple, normado internacionalmente bajo la designación ASTM D2166, constituye un procedimiento experimental expedito y económicamente viable concebido para cuantificar la resistencia a la compresión no confinada (q_u) en depósitos de comportamiento cohesivo. Analíticamente, esta prueba representa un caso especial del ensayo triaxial no consolidado-no drenado (UU), donde la presión de confinamiento en la cámara es estrictamente nula ($\sigma_3 = 0$). Su aplicabilidad fenomenológica se restringe a materiales arcillosos o finos cementados que posean la cohesión intrínseca suficiente para mantener su integridad geométrica sin soporte lateral y que no exuden agua intersticial durante la fase de compresión, quedando invalidados los limos puros, arenas, turbas y suelos altamente fisurados o friables. (ASTM, 2016; Das, 2012).

a) Deducción de (C_u) a partir de (q_u) mediante el criterio de Mohr-Coulomb

A partir del registro del esfuerzo principal mayor máximo tolerado por la muestra, se establece la resistencia a la compresión no confinada (q_u). Sustentado en el criterio de falla de Mohr-Coulomb para esfuerzos totales en suelos saturados, se asume analíticamente la condición de un ángulo de fricción interna nulo ($\phi = 0$), lo que dictamina una envolvente de rotura puramente horizontal. En este estado tensional, el círculo de Mohr queda definido por un esfuerzo principal menor igual a cero ($\sigma_3 = 0$) y un esfuerzo principal mayor equivalente a q_u ($\sigma_1 = q_u$), permitiendo deducir matemáticamente que la resistencia al corte no drenado (C_u) corresponde al radio exacto de dicho círculo (Lambe & Whitman, 1969; Das, 2012):

$$C_u = \frac{q_u}{2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

Esta deducción clásica constituye el eje analítico fundamental para vincular los resultados de laboratorio con los análisis de estabilidad de taludes a corto plazo y el diseño geotécnico de cimentaciones apoyadas sobre estratos eminentemente arcillosos (Das, 2012; Terzaghi et al., 1996).

La validez de la aproximación $\phi = 0$ para el análisis en tensiones totales se sustenta en la premisa de que, bajo condiciones de carga rápida donde el exceso de presión de poros no puede disiparse, la respuesta mecánica del suelo saturado está gobernada exclusivamente por la resistencia cohesiva y no por el componente friccional asociado al esfuerzo efectivo. Esta simplificación, propuesta originalmente por Skempton (1948), ha demostrado ser adecuada para arcillas normalmente consolidadas y ligeramente sobreconsolidadas sometidas a cargas inmediatas, como han confirmado Skempton (1957) y Ladd y Foott (1974).

b) Corrección del área transversal durante la compresión.

Un aspecto crítico del procedimiento que afecta directamente la determinación precisa de q_u es la corrección continua del área transversal del espécimen durante su deformación axial. Cuando el suelo se comprime, su sección transversal se incrementa debido a la expansión lateral bajo condiciones no confinadas, fenómeno conocido como "barreling" o abombamiento. Para especímenes que experimentan una deformación axial ε , el área corregida (A_c) se calcula mediante la expresión (ASTM, 2016; Bowles, 1996):

$$A_c = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

donde A_0 es el área transversal inicial del espécimen. Esta corrección geométrica es imperativa para evitar la subestimación sistemática del esfuerzo de compresión, particularmente en suelos blandos que experimentan deformaciones significativas previas a la falla. La omisión de esta corrección puede introducir errores del orden del 10-15% en la determinación de q_u para deformaciones axiales próximas al 15% (Bowles, 1996).

Adicionalmente, las perturbaciones mecánicas inducidas durante el muestreo con tubos de pared delgada (Shelby), la extrusión y el labrado de la probeta alteran de manera irreversible la macroestructura del depósito original, introduciendo una dispersión estadística apreciable que debe ser sopesada al establecer bandas de confianza para los parámetros de diseño, como han señalado Kulhawy y Mayne (1990) y Terzaghi et al. (1996). Estos últimos autores estimaron que la calidad del muestreo puede reducir la resistencia medida hasta un 20-30% respecto a condiciones in situ ideales, particularmente en arcillas sensitivas de baja plasticidad. (Terzaghi et al., 1996; Kulhawy & Mayne, 1990).

3.8. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

El Ensayo de Penetración Estándar (SPT, por sus siglas en inglés) constituye el procedimiento in situ más utilizado a nivel mundial para la caracterización mecánica y estratigráfica del subsuelo. De acuerdo con el rigor metodológico establecido en la norma ASTM D1586, la prueba consiste en hincar un penetrómetro estandarizado una longitud total de 450 mm (18 pulgadas) en el fondo de una perforación previamente limpiada. Esta hinca mecánica se ejecuta mediante la transferencia de energía cinética generada por el impacto sucesivo de un martillo de 63.5 kg (140 lb) de masa, el cual se deja caer en caída libre desde una altura rigurosamente controlada de 760 mm (30 pulgadas). La resistencia dinámica del terreno se cuantifica registrando meticulosamente el número de golpes requeridos para penetrar el muestreador en tres intervalos consecutivos de 150 mm (6 pulgadas) cada uno.

Fenomenológicamente, los primeros 150 mm de penetración se consideran una fase de asiento inicial, orientada a sobrepasar la zona del estrato que pudo haber sufrido alteraciones, remoldeos o descompresión durante las labores de perforación. Por consiguiente, el parámetro fundamental derivado de esta prueba, denominado resistencia a la penetración estándar (N_{SPT} o simplemente N), se define analíticamente como la sumatoria aritmética de los impactos requeridos para avanzar los últimos 300 mm de la hinca. Expresado en términos matemáticos:

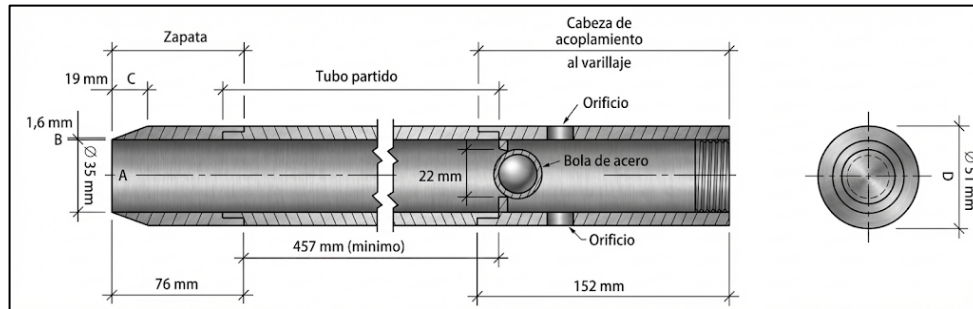
$$N = N_2 + N_3$$

donde N_2 y N_3 corresponden a los golpes del segundo y tercer tramo. Este valor empírico se emplea extensamente en la práctica geotécnica como un indicador confiable de la compacidad relativa en arenas y de la consistencia o capacidad portante en depósitos de comportamiento cohesivo.

La herramienta fundamental para la ejecución de este ensayo y la recuperación del material es el muestreador de tubo partido (*split-spoon sampler*). Según las especificaciones geométricas estandarizadas, este dispositivo cilíndrico de pared gruesa posee un diámetro exterior nominal de 50.8 mm (2 pulgadas), un diámetro interior de 34.9 mm (1-3/8 pulgadas) y una longitud mínima de 457 mm (18 pulgadas), provisto en su extremo inferior de una zapata de corte biselada para facilitar la penetración sin generar un rechazo excesivo. El diseño longitudinalmente seccionado del barril permite su

apertura tras la extracción, garantizando la recuperación de una muestra de suelo que, si bien es considerada estructuralmente alterada debido a la falla por cortante dinámico, conserva su representatividad *in situ*. Este material extraído resulta indispensable para describir el perfil estratigráfico e identificar las propiedades índices en laboratorio (contenido de humedad, granulometría y límites de Atterberg), permitiendo así la clasificación rigurosa del estrato bajo los sistemas SUCS y AASHTO.

Ilustración 10. Cuchara partida para Ensayo SPT.



Fuente: (ASTM D1586, 2008)

3.8.1. Correcciones de SPT y obtención de (N_{60})

Para la determinación de los parámetros del suelo, en base al número de golpes del SPT (N_{spt}) se ha calculado el valor corregido, ajustado al 60% de energía. La corrección se la realiza en base a las expresiones recomendada por (Bowles, 1996), la cual considera algunos factores para su corrección.

$$N1 = C_N * N$$

Donde:

- $N1$ = índice de penetración estándar corregido por penetración de confinamiento.
- N = número de golpes medido en campo.
- C_N = Factor de corrección por presión efectiva de sobrecarga (Peck y otros, 1974)

$$C_N = 0.77 \log\left[\frac{20}{\sigma'_p p_a}\right]$$

Donde:

- σ' = tensión efectiva de confinamiento
- p_a = presión atmosférica

$$N_{60} = \frac{N n_H n_B n_S n_R}{60}$$

Donde:

- N_{60} = corrección de SPT por condiciones de campo
- n_H = eficiencia del martillo
- n_B = corrección por diametro de perforación
- n_S = corrección del muestreador
- n_R = corrección por longitud de barra perforadora

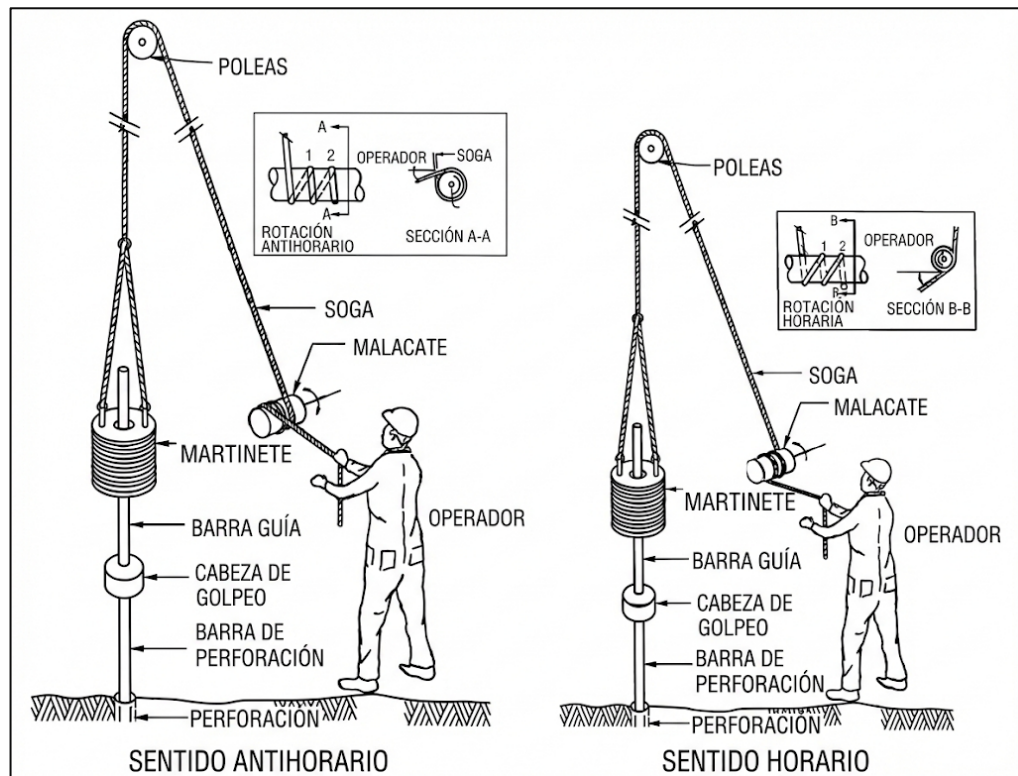
Ilustración 11. Variaciones de $N n_H n_B n_S n_R$

1. Variación de η_H				2. Variación de η_B	
País	Tipo de martinete	Liberación del martinete	η_H (%)	Diámetro, mm	η_B
Japón	Toroide	Caída libre	78	60-120 150 200	1
	Toroide	Cuerda y polea	67		1.05
Estados Unidos	De seguridad	Cuerda y polea	60		1.15
	Toroide	Cuerda y polea	45	4. Variación de η_R	
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45		
China	Toroide	Caída libre	60	Longitud de la barra, m	η_R
	Toroide	Cuerda y polea	50	> 10	1.0
3. Variación de η_S				6-10	0.95
Variable			η_S	4-6	0.85
Muestreador estándar			1.0	0-4	0.75
Con recubrimiento para arena y arcilla densas			0.8		
Con recubrimiento para arena suelta			0.9		

Fuente: Das, (2012). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, séptima edición.

Para los sondeos donde obtiene la condición de rechazo se ha asumido un valor de 100 golpes para la obtención de los valores de capacidad de carga. Con los valores obtenidos se aplican las correlaciones con la finalidad de obtener parámetros mecánicos de cohesión y fricción. (Terzaghi & Peck, 1955; Meyerhof, 1956)

Ilustración 12. Sistema de soga y malacate



Fuente: López Menardi, R. E. (2003). *Determinación in situ de propiedades ingenieriles de los suelos y su relación con el ensayo normal de penetración*.

3.8.2. Exploración del subsuelo

La exploración del subsuelo tiene por objetivo definir la estratigrafía, las propiedades de cada unidad de suelo y la presencia de niveles freáticos y estructuras geológicas relevantes. Este proceso combina sondeos, muestreo y ensayos in situ, y su adecuada planificación permite reducir la incertidumbre del modelo geotécnico. (Das, 2009).

3.8.2.1. Muestreo con tubo shelvy

El muestreo con tubo Shelby es una de las técnicas más utilizadas para obtener muestras de arcillas con bajo grado de perturbación. Consiste en hincar un tubo de pared delgada en el estrato de interés mediante empuje estático (o rotación lenta, cuando aplica). Una vez recuperada la muestra, se parafrinan los extremos y se sellan con tapas de 3" para conservar el contenido de humedad y minimizar la alteración de la estructura del suelo. Para su almacenamiento y transporte, la muestra se dispone en posición vertical, manteniendo el mismo sentido/orientación en que se encontraba en el terreno. (Das, 2010)

3.9. Correlación empírica (N_{60} y C_u)

3.9.1. Estado del arte

La búsqueda de relaciones empíricas entre el número de golpes corregido del ensayo de penetración estándar (N_{60}) y la resistencia al corte no drenado (C_u) ha constituido un eje fundamental de investigación geotécnica durante más de siete décadas, motivada por la necesidad práctica de inferir parámetros de resistencia de manera expedita y económica en proyectos de ingeniería civil donde la obtención de muestras inalteradas resulta técnicamente compleja o financieramente prohibitiva (Nixon, 1982; Das, 2012). El ensayo SPT, normalizado internacionalmente bajo la designación ASTM D1586, representa el método de exploración in situ más ampliamente difundido a escala global debido a su simplicidad operativa, bajo costo relativo y capacidad simultánea de proporcionar tanto una medida indirecta de resistencia como muestras alteradas para clasificación estratigráfica (ASTM 2011, 2011; Bowles, 1996).

La génesis del desarrollo correlacional entre (N_{60} - C_u) puede trazarse históricamente a los trabajos pioneros de Terzaghi y Peck (1948, 1967), quienes establecieron las primeras tablas de correspondencia cualitativa entre rangos de número de golpes y estados de consistencia en arcillas (muy blanda, blanda, media, firme, muy firme, dura), vinculando implícitamente estos descriptores con magnitudes aproximadas de resistencia al corte. Sin embargo, estas correlaciones carecían de correcciones sistemáticas por eficiencia energética del martillo, longitud de varillaje, diámetro de perforación y tipo de muestreador, factores que introducen variabilidad significativa en los valores de N registrados en campo (Skempton, 1986).

El avance metodológico crucial se produjo con los trabajos de Skempton (1986) y Seed et al. (1985), quienes formalizaron el procedimiento de normalización del número de golpes a una eficiencia energética estándar del 60% de la energía teórica ($E_T = 474$ J), mediante la expresión:

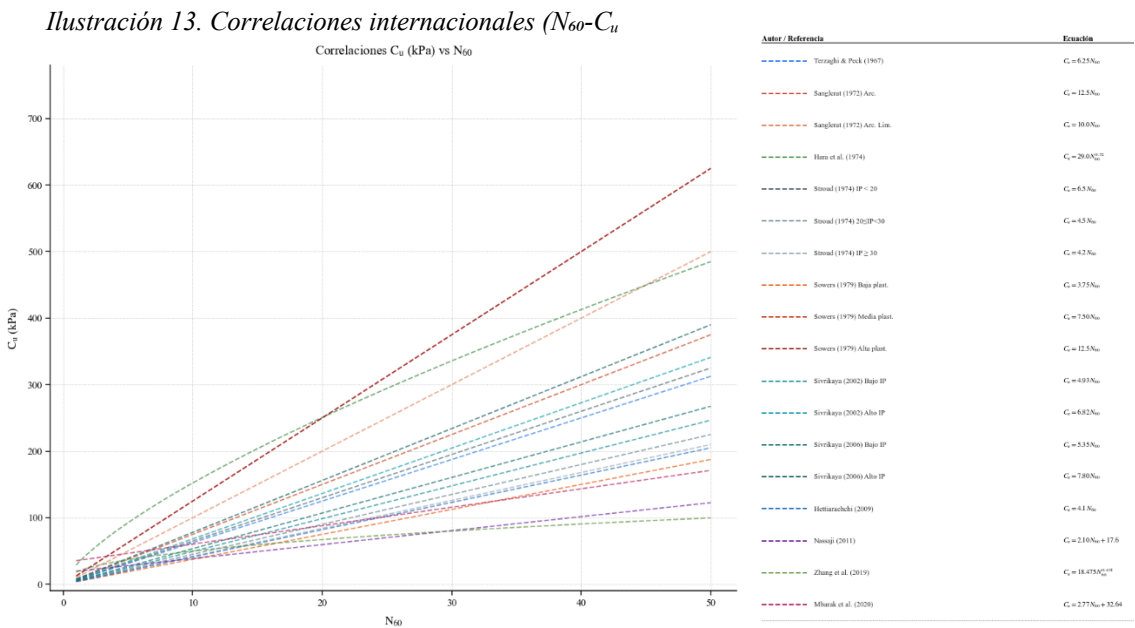
$$N_{60} = N \cdot \frac{E_R}{60\%} \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R$$

donde N es el número de golpes medido en campo, E_R es la eficiencia real del martillo (expresada en porcentaje), C_B es el factor de corrección por diámetro de perforación, C_S es el factor de corrección por tipo de muestreador y C_R es el factor de corrección por

longitud de varillaje. Esta normalización permite la comparación objetiva entre ensayos ejecutados con equipos, procedimientos y configuraciones geométricas diferentes, constituyendo un prerequisite indispensable para el establecimiento de correlaciones universalmente aplicables (Bowles, 1996; Skempton, 1986).

Paralelamente, el desarrollo de metodologías robustas para la determinación de (C_u) mediante ensayos de compresión simple (ASTM D2166, 2016) y triaxiales no consolidados-no drenados (ASTM D2850, 2015) proporcionó bases de datos experimentales confiables que permitieron a diversos investigadores explorar correlaciones cuantitativas entre ambos parámetros.

La literatura geotécnica contemporánea reconoce que las correlaciones (N_{60} - C_u) no son universales, sino que están condicionadas por factores intrínsecos del depósito tales como el índice de plasticidad (IP), la relación de sobre consolidación (OCR), la sensibilidad (S_t), la estructura y cementación, y el grado de saturación (Das, 2012; Kulhawy & Mayne, 1990; Mayne, 2007). Esta dependencia contextual ha motivado el desarrollo de correlaciones específicas para diferentes formaciones y unidades geológicas y tipos de arcilla, así como la incorporación de parámetros índice adicionales en formulaciones multivariantes que buscan reducir la dispersión predictiva (Mbarak et al., 2020; Nassaji & Kalantari, 2011).



Fuente: Propia

3.9.2. Correlaciones clásicas

a) Stroud (1974): Correlación lineal simple

A partir de una extensa base de datos recopilada en arcillas británicas del período Terciario y Cuaternario, propuso una de las correlaciones lineales más ampliamente citadas en la práctica geotécnica (Stroud, 1974):

$$C_u = f_1 \cdot N_{60}$$

donde f_1 es un factor empírico que varía entre 3.5 y 6.5 kPa por golpe, con un valor promedio de $f_1 = 4.5$ kPa/golpe para arcillas de plasticidad media ($IP = 20 - 40\%$). Stroud observó que el factor f_1 exhibe una dependencia sistemática con el índice de plasticidad, proponiendo la relación:

$$f_1 = 3.5 + 0.06 \cdot IP$$

Esta expresión captura la tendencia de arcillas de mayor plasticidad a exhibir menores valores de (N_{60}) para una resistencia (C_u) dada, fenómeno atribuido a su estructura más compresible y menor rigidez en pequeñas deformaciones. La correlación de Stroud ha demostrado razonable aplicabilidad en arcillas normalmente consolidadas y ligeramente sobre consolidadas ($OCR < 4$), pero tiende a subestimar (C_u) en arcillas rígidas fuertemente sobreconsolidadas (Kulhawy & Mayne, 1990; Stroud, 1974).

b) Hara et al. (1974): Incorporación del índice de plasticidad

Trabajando con arcillas japonesas de amplio rango de plasticidad, propusieron una correlación explícitamente dependiente del índice de plasticidad (Hara et al, 1974),

$$C_u = \frac{29 \cdot N_{60}}{IP^{0.72}}$$

donde IP se expresa en porcentaje. Esta formulación reconoce que la influencia del índice de plasticidad no es lineal, sino que sigue una ley de potencias con exponente negativo, reflejando la disminución de la eficiencia del SPT para cuantificar resistencia en arcillas altamente plásticas. La correlación de Hara exhibe mejor desempeño que las relaciones lineales simples en arcillas de plasticidad variable ($10\% < IP < 100\%$), aunque presenta dispersión significativa para valores extremos de IP (Kulhawy & Mayne, 1990; Hara et al., 1974).

c) Terzaghi y Peck (1967): Correlaciones tabulares históricas

Terzaghi y Peck (1967), en la segunda edición de su texto clásico *Soil Mechanics in Engineering Practice*, presentaron tablas de correlación entre rangos de N (sin corrección por energía) y resistencia a compresión simple q_u , de las cuales puede derivarse $C_u = q_u/2$. Para arcillas de consistencia media ($N=4-8$), propusieron $q_u = 50 - 100$ kPa, equivalente a $C_u = 25 - 50$ kPa. Estas correlaciones, si bien carecen del rigor de normalización moderna, proporcionaron durante décadas guías preliminares ampliamente utilizadas en la práctica ingenieril norteamericana (Das, 2012; Terzaghi & Peck, 1967).

d) Sowers (1979) y Sanglerat (1972): Correlaciones regionales

Sowers (1979), enfocándose en arcillas residuales del sureste de Estados Unidos, propuso $C_u = 6.25 \cdot N_{60}$ para arcillas de consistencia firme a rígida. Sanglerat (1972), trabajando con depósitos lacustres franceses, sugirió valores de f_1 entre 2.5 y 4.0 kPa/golpe para arcillas blandas sensitivas. Estas variaciones regionales subrayan la influencia de la mineralogía, historia geológica y condiciones de depositación en la relación (C_u - N_{60}), validando la necesidad de calibración local de correlaciones empíricas (Das, 2012; Kulhawy & Mayne, 1990).

e) Décourt (1990): Perspectiva sudamericana

Décourt (1990), en su revisión de correlaciones SPT aplicables a suelos tropicales brasileños, reportó valores de f_1 sistemáticamente mayores (5.0-7.0 kPa/golpe) en arcillas lateríticas sobreconsolidadas por desecación, atribuidos a la cementación por óxidos de hierro y aluminio característica de estos depósitos. Esta observación resalta que factores pedogenéticos y climáticos pueden modificar sustancialmente las relaciones correlacionales establecidas para arcillas sedimentarias de regiones templadas.

3.9.3. Variabilidad geotécnica

La dispersión estadística inherente a las correlaciones constituye una (N_{60} - C_u) manifestación de la variabilidad geotécnica, concepto que engloba tanto la heterogeneidad espacial natural de los depósitos de suelo como la incertidumbre asociada a los procedimientos de ensayo y muestreo (Phoon & Kulhawy, 1999; Vanmarcke, 1977). Phoon y Kulhawy (1999), en su análisis estadístico exhaustivo de bases de datos geotécnicas globales, identificaron tres fuentes fundamentales de variabilidad:

a) Variabilidad inherente del depósito

La variabilidad inherente refleja la heterogeneidad natural del suelo resultante de procesos geológicos de depositación, consolidación, meteorización y diagénesis. Esta componente es irreducible mediante mejoras en los procedimientos de ensayo, constituyendo una propiedad intrínseca del depósito. Phoon y Kulhawy (1999) reportaron coeficientes de variación (CV) típicos para (C_u) del orden del 10-30% en estratos aparentemente homogéneos, con valores mayores (40-60%) en depósitos heterogéneos con intercalaciones de suelo de diferente origen.

La estructura de correlación espacial de (C_u), frecuentemente modelada mediante funciones de autocovarianza exponenciales o gaussianas, exhibe longitudes de correlación vertical típicas de 1-3 m en arcillas lacustres y marinas, y longitudes de correlación horizontal del orden de 20-50 m (Vanmarcke, 1977; Fenton & Griffiths, 2008). Estas escalas características condicionan el número de ensayos requeridos para caracterizar estadísticamente un estrato, así como la aplicabilidad de teorías de campos aleatorios en análisis de confiabilidad geotécnica (Fenton & Griffiths, 2008).

b) Incertidumbre de medición

La incertidumbre de medición engloba los errores sistemáticos y aleatorios introducidos por los procedimientos de muestreo, preparación de especímenes y ejecución de ensayos. Para (C_u) determinado mediante compresión simple, Phoon y Kulhawy (1999) estimaron $CV = 10-15\%$ bajo condiciones de laboratorio controladas, incrementándose a 20-30% cuando se incorpora la perturbación del muestreo con tubos Shelby. Para (N_{60}), la variabilidad asociada a la eficiencia del martillo, operador y condiciones de perforación se estima en $CV = 5-15\%$, incluso tras aplicar correcciones normalizadas (Skempton, 1986; Brown & Hettiarachchi, 2008).

La propagación de incertidumbres desde (N_{60}) hacia (C_u) mediante correlaciones empíricas incrementa la variabilidad total. Aplicando teoría de propagación de errores a la correlación lineal ($C_u = f_1 \cdot N_{60}$), el coeficiente de variación de (C_u) predicho puede expresarse aproximadamente como:

$$CV_{C_u} \approx \sqrt{CV_{f_1}^2 + CV_{N_{60}}^2 + CV_{inherente}^2}$$

resultando típicamente en $CV = 30-50\%$ para (C_u) estimado a partir de SPT (Phoon & Kulhawy, 1999; Alam et al., 2015).

c) Incertidumbre del modelo de correlación

La incertidumbre del modelo matemático refleja la imprecisión de la relación funcional propuesta, para representar el complejo comportamiento físico subyacente del suelo. La literatura especializada advierte que el uso de correlaciones empíricas generalizadas introduce niveles inherentes de incertidumbre, producto de la variabilidad espacial del estrato y de las diferencias metodológicas en los ensayos in situ frente a las condiciones de laboratorio (Kulhawy & Mayne, 1990; Phoon & Kulhawy, 1999). Para evaluar rigurosamente estas tendencias de dispersión y los posibles sesgos de subestimación o sobreestimación según el rango de (N_{60}), resulta imperativo analizar la desviación estándar y el coeficiente de determinación (R^2) de la dispersión de datos.

En el manual EPRI para la estimación de propiedades geotécnicas, Kulhawy y Mayne (1990), enfatizan que las correlaciones empíricas deben emplearse con extrema precaución, evitando extrapolaciones más allá de las condiciones de contorno originales de las bases de datos. Por consiguiente, dictaminan que estos modelos de la literatura deben utilizarse fundamentalmente como estimadores preliminares, siendo técnica y analíticamente preferible la obtención de calibraciones "locales" sujetas a validación mediante ensayos de laboratorio. La evaluación explícita de esta incertidumbre permite establecer bandas de dispersión e incorporar los parámetros indirectos dentro de procedimientos de diseño de cimentaciones basados en confiabilidad (Kulhawy & Mayne, 1990).

3.10. Valores Atípicos (Outliers)

Los valores atípicos son datos que se alejan significativamente de la tendencia general de un conjunto de datos y pueden originarse por errores de medición, digitación incorrecta o fenómenos poco frecuentes. La presencia de estos valores puede alterar la media, la varianza, correlaciones, entre otras, afectando la interpretación de resultados Según (Tummalapalli, 2025)

De acuerdo con el análisis estadístico, los outliers pueden generar modelos inestables o sesgados, especialmente en algoritmos sensibles a la distancia o a la variabilidad de los datos (Barnett & Lewis, 1994; Montgomery et al., 2012)

3.11. Método del rango intercuartílico (IQR)

El método del rango intercuartílico utiliza los cuartiles para identificar el intervalo o rango donde se encuentra la mayor parte de los datos. Los valores que queden fuera de este rango ampliado se consideran atípicos, siendo un método robusto frente a distribuciones asimétricas (Devore, 2015. Tummalapalli, 2025).

$$(IQR = Q3 - Q1)$$

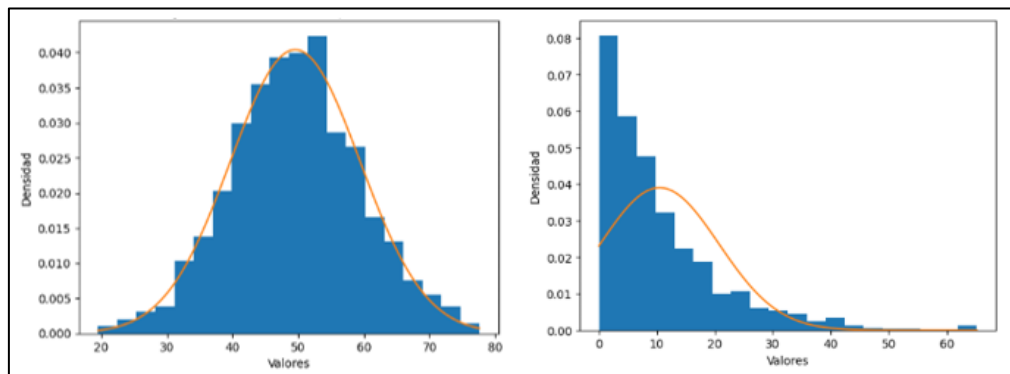
Este procedimiento es ampliamente utilizado en análisis exploratorio por la simplicidad e interpretación visual mediante diagramas de cajas y bigotes.

3.12. Métodos gráficos para análisis de datos

3.12.1. Histogramas

El histograma representa la frecuencia de los datos y permite observar la forma de distribución, detectar asimetrías y analizar normalidad. En análisis de regresión, los histogramas de residuos permiten identificar si los errores siguen una distribución normal (Montgomery et al., 2012)

Ilustración 14. Histogramas con simetría y asimétrico.



Fuente: Tomado de Sánchez Solís (2024).

3.12.2. Diagramas de cajas y bigotes

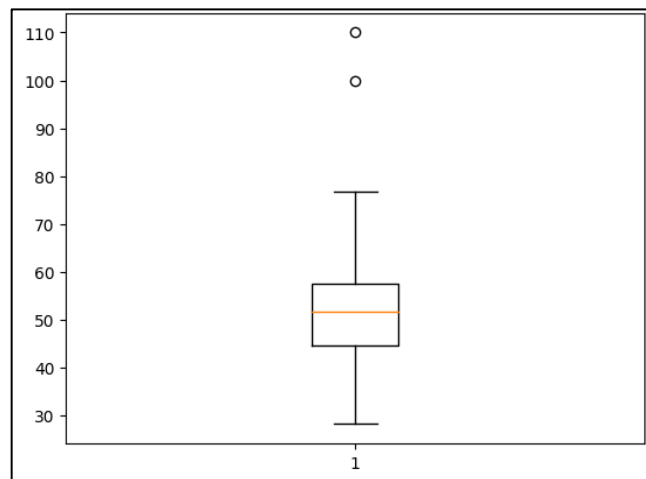
Estos diagramas resumen la distribución de datos mediante cuartiles y permite identificar, visualizar la dispersión y detectar valores atípicos.

Montgomery, Peck y Vining (2012) mencionan que el diagrama de cajas está compuesto por una caja central que contiene el rango intercuartílico, una línea que representa la mediana y “bigotes” que se extienden hacia los valores extremos dentro de

los límites establecidos, mientras que los valores que se encuentran fuera de estos límites se consideran atípicos (Turkey, 1977).

Indica que el diagrama de cajas utiliza el rango intercuartílico, para medir la variabilidad de los datos y establecer límites para la identificación de valores atípicos mediante el criterio de 1.5 veces el IQR (Devore, 2016).

Ilustración 15. Ejemplo de diagrama de cajas y bigotes



Fuente: Adaptado de Introduction to the Practice of Statistics (Moore et al., 2012)

Un boxplot simétrico muestra la media centrada en la caja y bigotes de tamaño similar, mientras que una caja desplazada a cualquier extremo o bigotes desiguales sugieren asimetría en la distribución (Montgomery et al., 2012)

3.12.3. Diagramas de dispersión.

El diagrama de dispersión o nube de puntos representa la relación entre dos variables mediante puntos en un plano cartesiano, en el cual se permite apreciar si existe tendencia lineal, curvilínea o ausencia de relación. Montgomery menciona que la gráfica permite identificar tendencias, correlaciones y posibles valores atípicos en los datos.

3.13. Normalidad.

Según Devore (2016), indica que es una propiedad de los datos cuando siguen una distribución normal. Varios métodos estadísticos requieren que los datos tengan esta distribución. Además, la normalidad permite aplicar inferencias estadísticas válidas.

Montgomery et al. (2012) indica que presenta las siguientes propiedades:

- Es simétrica alrededor de la media
- Tiene la forma de campana
- La mayoría de los datos se concentran cerca del centro
- Los extremos son menos frecuentes

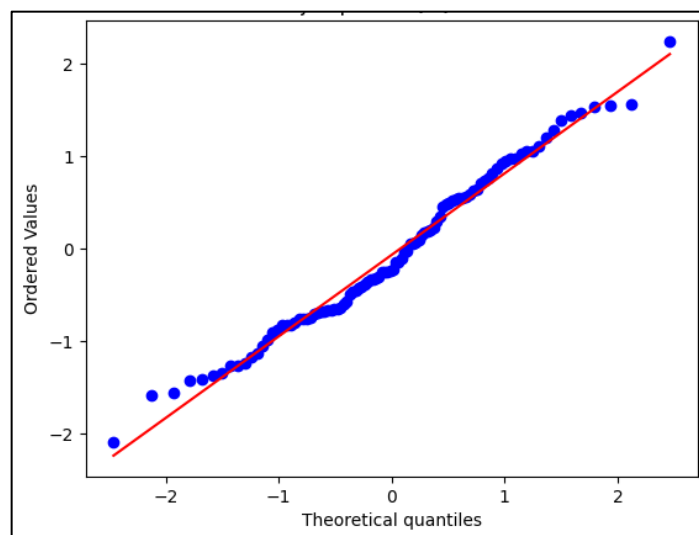
Además, que la normalidad puede evaluarse mediante

- Histogramas con curva
- Gráficos Q-Q
- Pruebas Shapiro-Wilk

3.13.1. Gráfico Q-Q

El gráfico Q-Q compara los cuantiles de los datos con los cuantiles de una distribución teórica normal. Si los puntos se alinean en una recta, se puede suponer normalidad; si existen desviaciones importantes indican que los datos no siguen una distribución normal. (Kurtner et al., 2005).

Ilustración 16. Ejemplo de Q-Q Plot

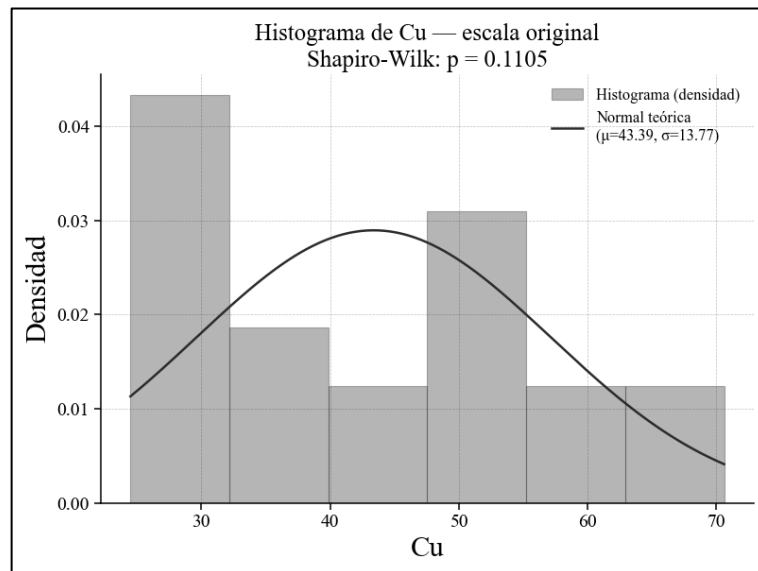


Fuente: Walpole, R. et al. (2012). Probability and Statistics for Engineers and Scientists.

3.13.2. Prueba de Shapiro Wilk

Esta prueba evalúa estadísticamente la normalidad de los datos, en la cual compara la distribución observada con la distribución teórica. Si el valor $p < 0.05$, indica que no es normal y que los datos no siguen dicha distribución. (Shapiro & Wilk, 1965)

Ilustración 17. Histograma prueba Shapiro-Wilk



Elaboración: Propia

3.14. Regresión Lineal

La regresión lineal es un método estadístico que permite mostrar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Draper y Smith (1998) mencionan que este método es utilizado para explicar relaciones y realizar predicciones basadas en datos únicamente observados. En otras palabras, la regresión lineal busca encontrar una ecuación que represente la tendencia de los datos.

Montgomery et al, (2012) explican que la regresión lineal se expresa como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

Donde:

y = variable dependiente

x = variable independiente

β_0 = intercepto

β_1 = pendiente

ε = error

En ingeniería y geotécnica, se usa para correlaciones entre propiedades del suelo

3.14.1. Mínimos Cuadrados

La regresión lineal se calcula usando mínimos cuadrados. Este método según Montgomery (2012) señala que es el procedimiento matemático utilizado para estimar los parámetros de regresión, minimizando la suma de los cuadrados de los residuos; es decir, busca la recta que tenga el menor error posible.

Las estimaciones de los mínimos cuadrados se obtienen mediante el ajuste de una línea de regresión a los puntos de un conjunto de datos que tiene la suma mínima de las desviaciones elevada al cuadrado (error de mínimos cuadrados).

3.14.2. Regresión logarítmica

La regresión logarítmica es una extensión del modelo lineal que se aplica cuando la relación entre la variable independiente y la variable dependiente no sigue una tendencia constante, sino que presenta un crecimiento o decrecimiento de tipo no lineal que puede ser linealizado mediante una transformación matemática (Montgomery, Peck & Vining, 2012). En el contexto de la mecánica de suelos, este tipo de modelo resulta adecuado cuando los incrementos en la resistencia del suelo no son proporcionales a los incrementos en el número de golpes del SPT, sino que tienden a moderarse conforme aumenta la rigidez del depósito (Das, 2012).

El modelo potencial, también denominado regresión log-log, se expresa en su forma original como:

$$C_u = a \cdot N_{60}^b$$

Donde:

C_u = variable dependiente (resistencia al corte no drenado, en kPa)

N_{60} = variable independiente (número de golpes corregido)

a = coeficiente de escala

b = exponente que controla la curvatura de la relación

Para estimar los parámetros a y b mediante mínimos cuadrados, el modelo se linealiza aplicando logaritmo en base 10 a ambos miembros de la ecuación, obteniendo:

$$\log_{10} (C_u) = \log_{10} (a) + b \cdot \log_{10} (N_{60})$$

Esta expresión es equivalente a un modelo lineal de la forma $Y' = b_0 + b_1 \cdot X'$, donde $Y' = \log_{10} (C_u)$, $X' = \log_{10} (N_{60})$, $b_0 = \log_{10} (a)$ y $b_1 = b$. Una vez estimados los coeficientes b_0 y b_1 mediante OLS en el espacio transformado, el coeficiente a de la ecuación original se recupera mediante la transformación inversa:

$$a = 10^{b_0}$$

El coeficiente de determinación R^2 se evalúa en el espacio logarítmico transformado e indica la proporción de variabilidad de $\log_{10} (C_u)$ explicada por $\log_{10} (N_{60})$. Al igual que en la regresión lineal, se selecciona este modelo cuando su R^2 es superior al del modelo lineal simple, siempre que los residuos del ajuste cumplan el supuesto de normalidad (Draper & Smith, 1998).

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGIA

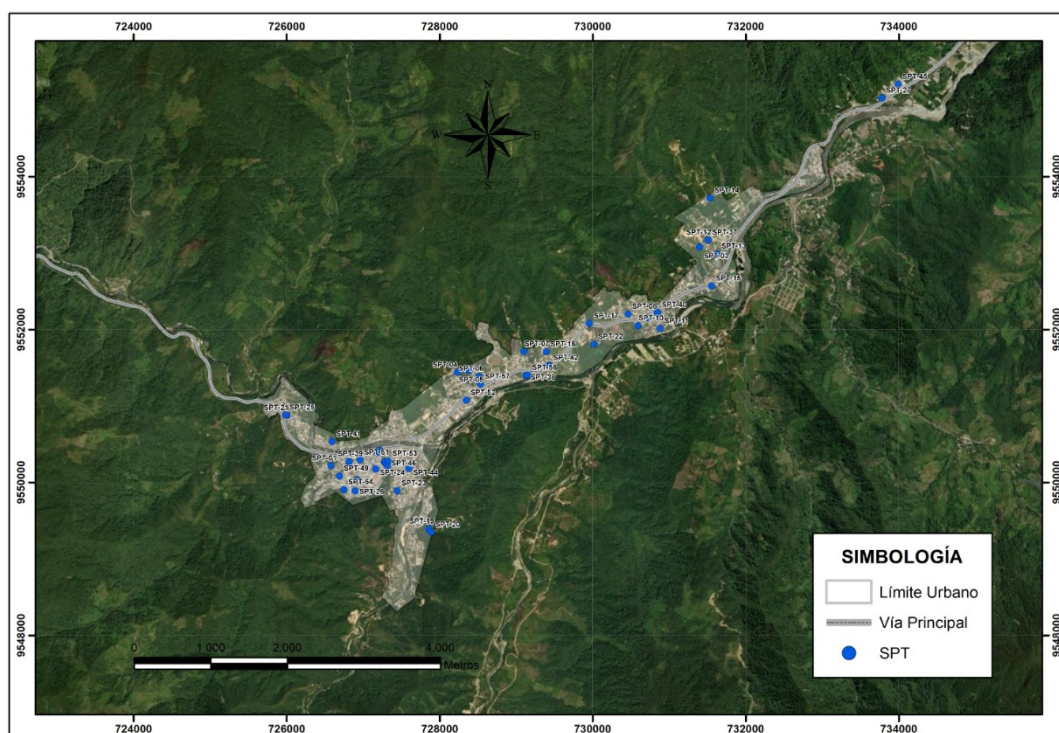
4.1. Trabajo de Campo

4.1.1. Recopilación y depuración de ensayos (SPT)

La recopilación y depuración de ensayos SPT se realizó a partir de bases de datos proporcionadas por los laboratorios geotécnicos CARAN y GEO-FIGMA, que en conjunto sumaban 360 registros de sondajes ejecutados en distintos proyectos del cantón Zamora.

En una primera etapa se filtraron únicamente aquellos sondeos ubicados dentro del perímetro definido como área urbana de Zamora, utilizando sus coordenadas UTM y la cartografía oficial, obteniéndose 51 perforaciones con información completa de número de golpes por intervalo, profundidad alcanzada y descripción estratigráfica según el sistema SUCS y AASHTO.

Ilustración 18. Ubicación de los ensayos SPT



Fuente: Propia

Fotografía 1. Ejecución de ensayo SPT



Fuente: Propia

Sobre este conjunto se aplicó un segundo filtro, para identificar los ensayos (SPT) correspondientes a suelos de comportamiento cohesivo, de acuerdo con la estratigrafía registrada, definiéndose así 20 ensayos (SPT), que constituyen la base para el análisis y que, en una fase posterior del estudio, fueron considerados como puntos de referencia para la extracción de muestras relativamente inalteradas mediante tubos Shelby. Para cada uno de estos 20 SPT se consolidó una base de datos con la variación vertical entre 1 y 6 m de profundidad y los valores de (N_{60}) registrados, verificando la consistencia de los datos y descartando registros incompletos o con inconsistencias evidentes respecto de los informes originales.

En la Tabla 2 del Anexo 1 se presenta la base de datos completa de los 51 ensayos (SPT) recopilados, incluyendo clasificación SUCS, clasificación AASHTO, número de golpes (NSPT), (N_{60}), límites de Atterberg, contenido de agua y granulometría disponible. A partir de esta base, se aplicó un filtro geotécnico mediante el cual se seleccionaron únicamente los sondeos que presentaban estratos cohesivos (CL, CH, ML y MH según SUCS) en el rango de profundidad de interés comprendido entre 1 y 6 m, obteniéndose así los 20 ensayos SPT que constituyen la muestra de análisis de esta investigación. Los registros retenidos cumplen con criterio de completitud de datos en todos los intervalos del rango analizado: número de golpes por cada 15 cm, clasificación SUCS y límites de Atterberg determinados conforme a ASTM D4318. La Tabla 2 resume estos 20 sondeos

seleccionados con su ubicación, profundidad máxima de perforación y fecha de ejecución.

Tabla 2. Tabla de ensayos SPT seleccionados

ID Proyecto	Este	Norte	Elevación	Profundidad	Fecha de perforación SPT
(-)	(x)	(y)	(msmm)	(m)	(-)
SPT-01	726582	9550216	951	5	1/7/2023
SPT-02	726814	9550222	922	5	30/4/2025
SPT-03	731401	9553077	912	5	1/9/2025
SPT-04	728238	9551439	950	5	19/9/2025
SPT-05	728386	9551462	937	7	9/8/2022
SPT-06	728517	9551389	916	5	6/7/2021
SPT-07	729105	9551711	942	6	15/2/2024
SPT-08	730464	9552201	924	6	14/8/2022
SPT-09	730725	9552154	904	5	4/10/2022
SPT-10	730598	9552050	917	6	27/12/2022
SPT-11	730886	9552012	897	5	12/6/2025
SPT-11-1	730886	9552012	897	5	12/6/2025
SPT-12	731511	9553169	922	5	2/8/2022
SPT-13	731628	9552988	915	6	3/2/2025
SPT-14	731537	9553720	922	5	3/4/2025
SPT-15	731557	9552570	914	6	3/2/2025
SPT-16	729396	9551708	972	5	12/8/2025
SPT-17	729960	9552080	913	6	15/1/2026
SPT-18	729930	9550479	908	3	25/4/2022
SPT-19	727863	9549391	926	5	30/1/2026

Fuente: Propia

4.1.2. Normalización de los datos de penetración (NSPT - N_{60})

La normalización de los datos de penetración tuvo como objetivo homogeneizar los resultados de los distintos ensayos SPT recopilados, de modo que fueran comparables y pudieran emplearse en las correlaciones empíricas propuestas en este trabajo. Para cada uno de los 20 ensayos seleccionados se tomaron los valores de número de golpes (NSPT) registrados en campo y se corrigieron mediante los factores recomendados en la literatura clásica para obtener el número de golpes equivalente a una eficiencia del 60%.

El valor normalizado N_{60} se calculó con la expresión:

$$N_{60} = \frac{N n_H n_B n_S n_R}{60}$$

Donde:

N_{60} = corrección de SPT por condiciones de campo

n_H = eficiencia del martillo

n_B = corrección por diametro de perforación

n_S = corrección del muestreador

n_R = corrección por longitud de barra perforadora

Como resultado de este proceso se obtuvieron, para cada uno de los 20 ensayos seleccionados, los valores normalizados de (N_{60}) en cada tramo cohesivo, los cuales se utilizaron posteriormente en la construcción de la base de datos y en el análisis correlacional con los resultados de compresión simple Anexo 3.

4.1.3. Muestreo inalterado

En los 20 puntos seleccionados se ejecutó el muestreo de suelos cohesivos mediante tubos de pared delgada tipo Shelby, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM D1587 para garantizar una mínima perturbación de la estructura del suelo. Dado que los ensayos SPT fueron ejecutados en campañas de exploración previas, se realizó una verificación en campo de cada punto registrado, comprobando la accesibilidad del terreno y la ausencia de intervenciones constructivas que impidieran la extracción de muestras. Las coordenadas de los puntos de muestreo fueron replanteadas mediante GPS de mano Garmin GPSMAP 64s, garantizando la correspondencia espacial con los ensayos (SPT). Posteriormente, se procedió a la apertura de nuevas perforaciones en los puntos verificados, utilizando el mismo equipo SPT con un acople adicional que permitió sustituir el muestreador de cuchara partida por el tubo Shelby para la extracción de muestras inalteradas. Las muestras fueron recuperadas en el intervalo de profundidad comprendido entre 1,0 m y 3,5 m, con una profundidad media de extracción de 1,95 m, rango definido con base en la homogeneidad litológica observada en los perfiles de

perforación, donde los horizontes cohesivos, clasificados predominantemente como CL, ML, CH y MH según SUCS, se presentan de forma continua y con características geotécnicas consistentes.

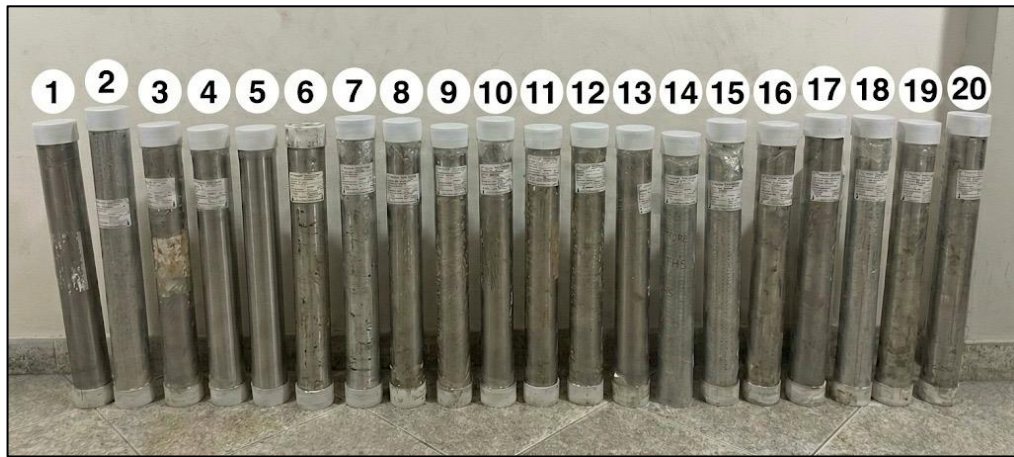
Fotografía 2. Extracción de la muestra



Fuente: Propia

Las muestras extraídas mediante tubo Shelby fueron parafinadas y selladas en sus extremos superior e inferior inmediatamente después de su recuperación, con el fin de preservar el contenido de humedad natural y minimizar la alteración de la estructura del suelo durante el transporte. Posteriormente, fueron etiquetadas con la identificación del sondeo, profundidad de extracción y fecha, dispuestas en posición vertical dentro de cajas de madera manteniendo la misma orientación registrada en campo, y trasladadas al laboratorio de destino para su ensayo en compresión simple no confinada conforme a la norma ASTM D2166.

Fotografía 3. Tubos Shelby



Fuente: Propia

4.2. Ensayos de Laboratorio

4.3. Granulometría

La determinación de la distribución del tamaño de las partículas constituye un ensayo de caracterización índice fundamental en la mecánica de suelos. Su objetivo analítico es cuantificar la proporción en masa de las diferentes fracciones (gravas, arenas, limos y arcillas) presentes en el depósito estratigráfico, información indispensable para la clasificación taxonómica del material y la inferencia de su comportamiento hidráulico y mecánico. Para los suelos de comportamiento cohesivo objeto de esta investigación, el análisis mecánico se ejecuta bajo los lineamientos del método de tamizado estandarizado en la norma ASTM D6913/D6913M-17.

4.3.1. Equipos requeridos

Para garantizar la certidumbre de las mediciones y la reproducibilidad del ensayo, la instrumentación de laboratorio debe cumplir con estrictas tolerancias de calibración:

- a) **Juego de tamices estandarizados:** Bastidores metálicos circulares equipados con mallas de alambre tejido de aberturas cuadradas, estrictamente conformes a la especificación ASTM E11. Para abarcar la fracción gruesa y la separación de finos, el conjunto debe incluir desde los tamices de retención superior hasta el tamiz de lavado N° 200 (75).
- b) **Agitador mecánico de tamices:** Dispositivo electromecánico diseñado para impartir un movimiento vibratorio excéntrico (vertical y lateral) a la columna de tamices. Este mecanismo asegura que las partículas reboten, giren y se

presenten repetidamente ante las aberturas de la malla, cumpliendo con el rigor de un tamizado exhaustivo.

- c) **Horno de secado:** Cámara de tiro forzado controlada termostáticamente, capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ a lo largo de toda la cavidad de desecación, garantizando la eliminación del agua libre e higroscópica sin alterar la mineralogía de las arcillas.
- d) **Balanzas de precisión:** Equipos de pesaje conformes a la especificación ASTM D4753, con legibilidad de 0.01 g para garantizar que el error de medición no supere el 0.1~% de la masa total del espécimen evaluado.
- e) **Equipos misceláneos:** Recipientes de tara de masa conocida, brochas de cerdas metálicas y de pelo para la limpieza de las mallas, y recipientes de lavado para la disgregación de finos.

4.3.2. Procedimiento

Dada la naturaleza cohesiva de los estratos evaluados en la presente investigación, la literatura geotécnica dictamina que el análisis granulométrico debe ejecutarse obligatoriamente bajo el procedimiento húmedo o de lavado. La omisión de este paso en arcillas y limos induce a errores severos, puesto que las partículas finas tienden a formar aglomeraciones endurecidas o a adherirse a la matriz granular gruesa, falseando la distribución real de la granulometría.

El procedimiento analítico se desarrolla en las siguientes etapas consecutivas:

- a) **Preparación y lavado:** Se extrae un espécimen representativo de la muestra y se registra su masa seca inicial (M_d). Posteriormente, el material se sumerge en agua (añadiendo agentes dispersantes si la plasticidad del suelo lo requiere) para destruir los grumos cohesivos. Esta suspensión se vierte cuidadosamente sobre el tamiz de lavado N.º 200 (75), utilizando un flujo de agua a baja presión hasta que el efluente emerja completamente cristalino, garantizando que toda la fracción de limos y arcillas haya sido removida de la porción retenida.

Fotografía 4. Lavado de material



Fuente: Propia

- b) Secado de la fracción gruesa:** El material limpio retenido en la malla N.º 200 se retorna a un recipiente de tara y se introduce al horno de secado a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta alcanzar masa constante.

Fotografía 5. Secado de material



Fuente: Propia

- c) Tamizado mecánico:** La porción gruesa secada al horno se vierte en la parte superior de la columna de tamices (ensamblada en orden decreciente de aberturas). El conjunto se somete a la acción del agitador mecánico durante un periodo estandarizado (típicamente de 10 a 15 minutos),

asegurando la separación física de las partículas según su diámetro equivalente.

Fotografía 6. Tamizado mecánico



Fuente: Propia

- d) Cuantificación:** Se desmonta la columna y se determina la masa de material retenido en cada tamiz de manera individual o acumulativa, verificando rigurosamente que ningún tamiz haya excedido su capacidad máxima de carga teórica para evitar la obstrucción de la malla (*blinding*).

Fotografía 7. Cuantificación del material



Fuente: Propia

4.3.3. Cálculo

El procesamiento matemático de los datos empíricos tiene como objetivo determinar el porcentaje en masa que logra atravesar cada abertura de la malla, parámetro conocido como porcentaje pasante (PP). Según los criterios de la norma ASTM D6913/D6913M-17, para construir la curva granulométrica se recomienda calcular preliminarmente la masa acumulada retenida.

Si la lectura se realiza de manera individual por tamiz, la masa acumulada en un tamiz específico (CMR_N) se define sumando la masa retenida en dicho tamiz (MR_N) más la masa acumulada en todos los tamices superiores (CMR_{N-1}):

$$CMR_N = MR_N + CMR_{N-1}$$

Una vez cuantificada la retención acumulativa, el porcentaje de material pasante para el n -ésimo tamiz (PP_N) se calcula relacionando la masa acumulada con la masa seca total del espécimen original previo al lavado (M_d):

$$PP_N = 100 \cdot \left(1 - \frac{CMR_N}{M_d}\right)$$

Los valores resultantes de PP_N se plotean en un sistema de coordenadas semilogarítmico, donde el eje de las abscisas (escala logarítmica) representa el diámetro

equivalente de la partícula en milímetros y el eje de las ordenadas (escala aritmética) ilustra el porcentaje pasante acumulado. Esta curva de distribución granulométrica constituye la base fenomenológica para calcular los diámetros efectivos (D_{10} , D_{30} , D_{60}) y derivar el Coeficiente de Uniformidad (C_u) y el Coeficiente de Curvatura (C_c), parámetros rectores en la clasificación final del depósito de suelo.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

donde C_u es el coeficiente de uniformidad y C_c es el coeficiente de curvatura, empleados en la clasificación SUCS conforme a la norma ASTM D2487.

4.4. Contenido de agua

La cuantificación del contenido de agua o humedad natural (w) constituye un parámetro índice elemental en la geotecnia, dictaminando en gran medida el comportamiento reológico, la compresibilidad y la resistencia al corte de los depósitos de grano fino. Analíticamente, se define como la relación porcentual entre la masa del agua libre contenida en los vacíos de la matriz del suelo y la masa de las partículas sólidas (Terzaghi, Peck & Mesri, 1996; Das, 2012). Para la presente investigación, la determinación experimental de este parámetro se ejecutó bajo los estrictos lineamientos de la norma internacional ASTM D2216.

4.4.1. Equipo

Para garantizar la certidumbre de las mediciones y evitar la alteración de los resultados por factores externos, la instrumentación de laboratorio debe cumplir con calibraciones estandarizadas (ASTM, 2019):

- **Horno de secado:** Cámara de tiro forzado con control termostático, capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ a lo largo de toda su cavidad de desecación.
- **Balanzas de precisión:** Equipos de pesaje digital conformes a la especificación ASTM D4753. Para especímenes de masa reducida y dependiendo del rigor del método (Método A o Método B), se requiere una legibilidad mínima de 0.01 g o 0.1 g para asegurar que el margen de error sea estadísticamente despreciable.

- **Recipientes de tara:** Contenedores fabricados de materiales no susceptibles a la corrosión ni a cambios de masa frente a ciclos térmicos repetidos. Preferentemente, deben contar con tapas ajustadas para evitar la absorción de humedad higroscópica del ambiente durante el proceso de enfriamiento.
- **Equipamiento misceláneo:** Guantes o tenazas con aislamiento térmico para la manipulación segura de recipientes calientes, espátulas para el remoldeo (si se requiere) y desecadores.

4.4.2. Procedimiento

El principio fenomenológico de este ensayo consiste en inducir la evaporación total del agua libre y capilar intersticial del espécimen, sin llegar a temperaturas que generen la degradación estructural de la mineralogía de las arcillas (como la pérdida del agua de cristalización). El procedimiento se desarrolla en las siguientes etapas consecutivas (ASTM, 2019):

- Preparación y pesaje inicial:** Se obtiene un espécimen representativo de la muestra de suelo en su estado natural (inalterado o alterado). Previamente, se determina y registra la masa del recipiente o tara vacía y limpia (M_c). Acto seguido, se coloca la porción de suelo húmedo dentro del contenedor y se cuantifica la masa conjunta del recipiente más el material húmedo (M_{cws}).

Fotografía 8. Determinación del peso



Fuente: Propia

- Desecación térmica:** El conjunto se introduce en el horno de secado a la temperatura normalizada de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. El tiempo de secado estándar para

alcanzar el equilibrio térmico y la evaporación total oscila típicamente entre 12 y 16 horas (pudiendo extenderse a 24 horas dependiendo del grado de plasticidad y del volumen de la matriz cohesiva evaluada). El proceso concluye cuando la lectura de la masa experimenta una variación menor al 0.1~% o 1~% (según la precisión del método), considerándose una masa seca constante.

Fotografía 9. Dsecación en horno



Fuente: Propia

- c) **Enfriamiento y pesaje final:** Finalizado el periodo de calentamiento, se extrae el recipiente del horno y se deja estabilizar a temperatura ambiente. Este paso es crítico para evitar que las corrientes de convección térmica alteren las lecturas del plato de la balanza. Finalmente, se determina y registra la masa del recipiente más el suelo secado al horno (M_{cds}).

Fotografía 10. Enfriamiento y pesaje final



Fuente: Propia

4.4.3. Cálculo

El procesamiento matemático de los datos empíricos tiene como objetivo aislar analíticamente las masas correspondientes a las diferentes fases del suelo. En primera instancia, se deduce la masa del agua evaporada (M_w) y la masa seca de las partículas sólidas (M_s):

$$M_w = M_{cws} - M_{cds}$$

$$M_s = M_{cds} - M_c$$

A partir de estas magnitudes fundamentales, el contenido de agua (w) del estrato se formula de la siguiente manera:

$$w (\%) = \left[\frac{M_{cws} - M_{cds}}{M_{cds} - M_c} \right] \times 100 = \left(\frac{M_w}{M_s} \right) \times 100$$

Donde:

- w : Contenido de agua del espécimen, expresado en porcentaje (%).
- M_{cws} : Masa del recipiente más la muestra en estado húmedo, en gramos (g).
- M_{cds} : Masa del recipiente más la muestra secada al horno, en gramos (g).
- M_c : Masa del recipiente o tara vacía, en gramos (g).

El valor calculado se registra típicamente aproximado al 0.1~%, constituyendo el parámetro índice base a partir del cual se derivan relaciones volumétricas como los pesos unitarios, la relación de vacíos (e) y la interpretación de los límites de consistencia del estrato cohesivo estudiado (Das, 2012).

4.5. Límites de Atterberg

Los límites de consistencia o límites de Atterberg constituyen parámetros índices fundamentales para cuantificar la plasticidad y predecir el comportamiento reológico de los depósitos de grano fino. Fenomenológicamente, estos límites definen las fronteras de contenido de humedad en las cuales la matriz cohesiva del suelo experimenta una transición cinemática entre los estados sólido, semisólido, plástico y líquido (Das, 2012). Para los fines de la presente investigación, la ejecución del ensayo se desarrolló bajo los estrictos lineamientos de la norma internacional ASTM D4318.

4.5.1. Equipos

Para garantizar la certidumbre de las mediciones empíricas y la reproducibilidad de los estados de consistencia, la instrumentación de laboratorio empleada debe cumplir con tolerancias de calibración milimétricas (ASTM, 2017):

- a) Dispositivo de límite líquido (Copa de Casagrande):** Aparato mecánico conformado por una copa de latón suspendida mediante un pasador, diseñada para caer libremente desde una altura estrictamente calibrada de 10 mm sobre una base de caucho resiliente de dureza estandarizada.
- b) Herramienta de ranurado (Ranurador plano):** Elemento calibrado diseñado para seccionar la pasta de suelo alojada en la copa, garantizando una geometría de ranura inicial constante con un ancho en la base de 2 mm.
- c) Placa de vidrio esmerilado:** Superficie plana y de rugosidad controlada, indispensable para el remoldeo y la laminación manual de los filamentos de suelo durante la prueba de límite plástico.
- d) Tamiz N.º 40 (425):** Malla estandarizada empleada en la fase de preparación, garantizando que el ensayo evalúe exclusivamente la fracción fina y de arenas medias/finas que dictamina el comportamiento cohesivo del estrato.

- e) **Equipamiento misceláneo:** Balanzas de precisión (legibilidad de 0.01 g), horno de desecación de tiro forzado ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$), espátulas de mezclado y recipientes herméticos de tara.

4.5.2. Procedimiento

Dada la naturaleza de los estratos cohesivos analizados, la preparación previa de la muestra se realiza por la vía húmeda sobre el material pasante del tamiz N.º 40, evitando el secado al horno que pudiera alterar irreversiblemente la mineralogía de las arcillas. A continuación, el procedimiento se desarrolla en los siguientes tres pasos estandarizados (ASTM, 2017; Das, 2012):

a) Determinación del Límite Líquido (LL).

Se adopta el método multipunto, el cual requiere acondicionar la humedad de la pasta de suelo para obtener puntos de fluidez en diferentes rangos de golpes. La pasta homogeneizada se coloca en la copa de latón, se nivela y se divide longitudinalmente con la herramienta de ranurado. Acto seguido, se acciona la manivela a una velocidad constante de dos caídas por segundo hasta que las dos mitades de la ranura fluyan y entren en contacto a lo largo de una distancia exacta de 12.7 mm (1/2 pulgada). Se registra el número de golpes (N) requerido y se extrae inmediatamente un espécimen de la zona de cierre para cuantificar su contenido de humedad en el horno. Este proceso se repite ajustando la humedad para obtener al menos tres lecturas distribuidas apropiadamente.

Fotografía 11. Verificación de altura de la muestra colocada en la copa.



Fuente: Propia

Fotografía 12. Verificación de cierre de surco



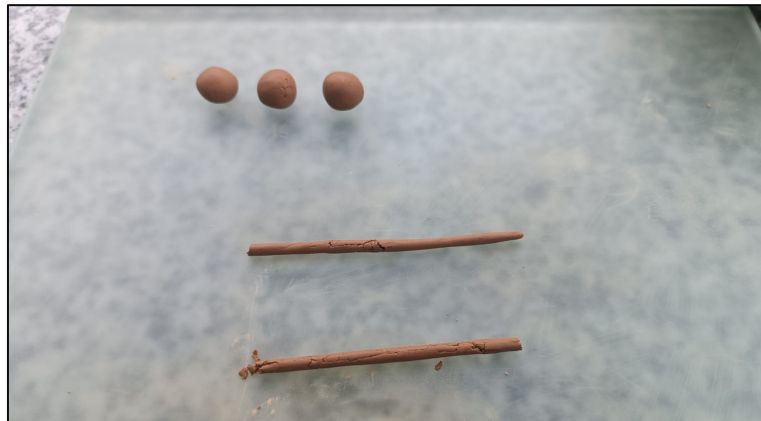
Fuente: Propia

b) Determinación del Límite Plástico (LP).

Este paso evalúa la frontera inferior del estado plástico del material cohesivo. Se extrae una pequeña porción de la muestra acondicionada (aproximadamente de 1.5 a 2.0 g) y se moldea en forma elipsoidal. Mediante un esfuerzo manual constante, la masa se hace rodar sobre la placa de vidrio esmerilado hasta conformar un filamento cilíndrico uniforme. El punto final del ensayo se alcanza fenomenológicamente en el instante exacto

en que el filamento alcanza un diámetro de 3.2 mm (1/8 de pulgada) y comienza a desmoronarse o agrietarse, evidenciando la pérdida de su capacidad de deformación plástica. En ese momento, se recolectan los fragmentos disgregados en una tara para determinar rigurosamente su contenido de agua.

Fotografía 13. Masa elipsoidal y rollo de muestra de suelo.



Fuente: Propia

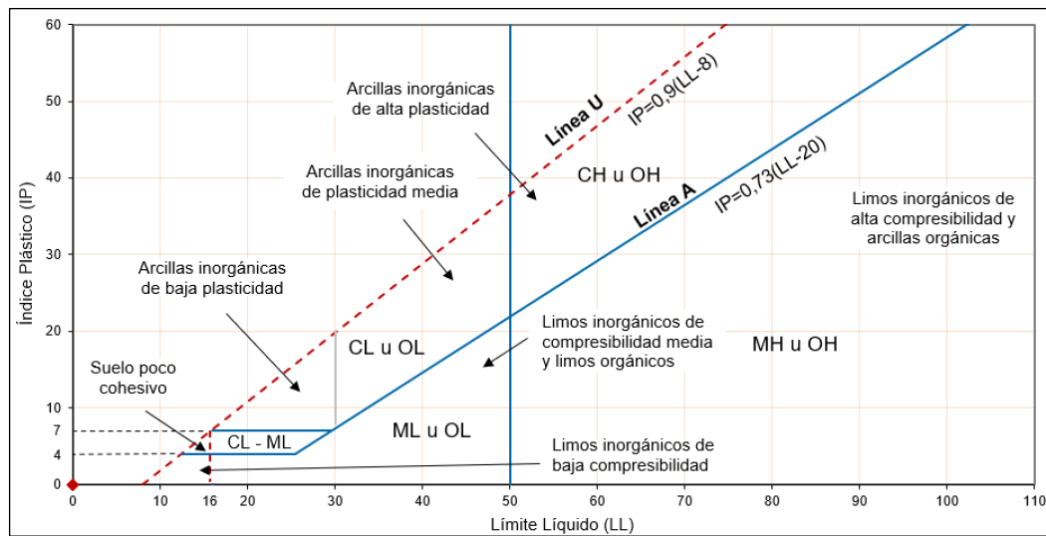
c) Determinación del Índice de Plasticidad (IP).

Constituye la etapa analítica final del escrutinio de consistencia de la fracción fina. Una vez establecidos física y experimentalmente los umbrales de los pasos anteriores, se procede a determinar la amplitud del rango de humedades en el cual el depósito exhibe un comportamiento estrictamente plástico. Este paso vincula los resultados del ensayo de la Copa de Casagrande con los resultados del rolado del filamento, permitiendo clasificar el suelo y estimar su capacidad de retención de agua intersticial antes de fluir como un líquido viscoso.

d) Carta de plasticidad

La carta de plasticidad representa gráficamente los pares $LL-IP$ y permite clasificar suelos finos en categorías como CL, CH, ML y MH, distinguiendo arcillas inorgánicas de limos y suelos orgánicos. Esta representación facilita asociar rangos típicos de resistencia y compresibilidad a cada grupo de suelo. (Das, 2011).

Ilustración 19. Carta de plasticidad



Fuente: ASTM (2017)

4.5.3. Cálculo

El procesamiento estadístico para el Límite Líquido (LL) se fundamenta en la interpolación de los pares de datos experimentales obtenidos en el Paso 1. Los resultados se plotean en un sistema de coordenadas semilogarítmico, donde el eje de las ordenadas (escala aritmética) representa el contenido de humedad (w) y el eje de las abscisas (escala logarítmica) representa el número de golpes (N). A partir de la recta de mejor ajuste (curva de fluidez), se define analíticamente el LL como el contenido de humedad interceptado exactamente a los 25 golpes, redondeando el valor al número entero más cercano (ASTM, 2017).

Por su parte, el valor del Límite Plástico (LP) se calcula determinando el promedio aritmético de los contenidos de humedad obtenidos de los múltiples filamentos desmoronados en el Paso 2, expresándose igualmente como un número entero (Das, 2012).

Finalmente, el Índice de Plasticidad (IP) derivado en el Paso 3 se formula matemáticamente a través de la siguiente expresión:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

- IP : Índice de Plasticidad del suelo (%).

- *LL*: Límite Líquido evaluado a 25 golpes (%).
- *LP*: Límite Plástico correspondiente a la rotura del filamento de 3.2 mm (%).

La correcta cuantificación de estas variables resulta imperativa, puesto que rigen la clasificación taxonómica del depósito mediante la carta de plasticidad de Casagrande e influyen de manera directa en las correlaciones empíricas para estimar la resistencia al corte no drenado (C_u) de las arcillas (Das, 2012).

4.5.4. Ensayos de compresión simple

El ensayo de compresión simple se realizó siguiendo la norma ASTM D2166, aplicable a suelos cohesivos que mantienen su forma sin confinamiento lateral.

a) Preparación de las muestras

Se seleccionaron muestras Shelby extraídas según ASTM D1587 en los estratos cohesivos previamente definidos. En el laboratorio, cada muestra se recortó para obtener probetas cilíndricas de diámetro uniforme y relación altura/diámetro cercano a 2, cuidando que las caras superior e inferior quedaran planas y perpendiculares al eje de carga.

Fotografía 14. Preparación de la muestra



Fuente: Propia

Se midieron y registraron el diámetro y la longitud inicial de la probeta en al menos dos direcciones ortogonales, calculando el área inicial A_0 y el volumen inicial.

Fotografía 15. Medición de la muestra



Fuente: Propia

Se determinó el peso de la probeta para posteriores cálculos de peso unitario y contenido de humedad.

Fotografía 16. Muestra inalterada pesada



Fuente: Propia

Fotografía 17. Peso de muestra para cálculo de contenido de humedad



Fuente: Propia

b) Montaje en la prensa

Cada probeta se centró cuidadosamente sobre el plato inferior de la máquina de compresión, asegurando contacto uniforme.

Se ajustó el plato o cabezal superior hasta hacer un contacto ligero con la muestra, eliminando holguras sin introducir carga apreciable, y se pusieron a cero los dispositivos de medición de carga y deformación axial.

Fotografía 18. Montaje en prensa de muestra inalterada



Fuente: Propia

c) Aplicación de la carga

La carga axial se aplicó mediante un sistema de control de deformación, manteniendo una tasa de deformación axial dentro del rango de 0.5 a 2 %/min recomendado por ASTM D2166, en forma continua y evitando impactos durante el contacto y la aplicación de carga. Durante el ensayo se registraron, de manera simultánea, la carga axial, la deformación axial y el tiempo a intervalos suficientes para definir la curva esfuerzo/deformación.

En los ensayos ejecutados, las lecturas se tomaron a incrementos regulares de deformación, típicamente cada 0.5 mm de desplazamiento axial (aproximadamente 0.3–0.35% de deformación para probetas de ~15 cm de altura), generando un número de puntos suficiente para describir el comportamiento pre-pico y post-pico. La carga se obtuvo a partir de la lectura del dial/celda mediante la constante de calibración K (en los reportes $K=1.0000$), y el esfuerzo axial se calculó empleando el área corregida en función de la deformación axial, conforme al procedimiento de ASTM D2166/D2166M.

Fotografía 19. Aplicación de carga sobre probeta



Fuente: Propia

d) Criterio de finalización

El ensayo de compresión simple se ejecutó hasta alcanzar la condición de falla, definida por el máximo esfuerzo axial (pico) y el inicio de la disminución de la

carga/esfuerzo con el incremento de la deformación axial (comportamiento post-pico), o hasta alcanzar una deformación axial aproximada del 15%, lo que ocurra primero, conforme a ASTM D2166.

Al finalizar, se registraron las dimensiones finales de la probeta y el modo de falla observado, y se tomó material representativo de la muestra para la determinación del contenido de humedad, cuando correspondió según el plan de control/calidad del laboratorio

Fotografía 20. Muestra después de ensayar con tipo de falla



Fuente: Propia

e) Cálculo de esfuerzos y determinación de q_u y C_u

A partir de las lecturas de carga–deformación se procedió del siguiente modo:

- Para cada punto de lectura se calculó la deformación axial $\epsilon_a = \Delta h/h_0$ y el área corregida A asumiendo volumen aproximadamente constante, según el procedimiento de ASTM D2166.
- El esfuerzo axial se obtuvo como $\sigma_1 = P/A$, donde P es la carga axial aplicada en el instante considerado.
- Se trazó la curva esfuerzo axial σ_1 versus deformación axial ϵ_a , identificando el valor máximo de σ_1 como resistencia a compresión simple q_u de la probeta.

- Suponiendo condición no drenada con $\phi = 0$, la resistencia al corte no drenado se calculó como:

$$C_u = \frac{q_u}{2}$$

4.5.5. Resultado

Cada muestra fue ensayada en compresión simple no confinada conforme a ASTM D2166, obteniéndose la resistencia a compresión q_u y calculando la resistencia al corte no drenado como $C_u = q_u/2$ bajo condición $\phi = 0$. Paralelamente, de los sondeos existentes se recopilaban los registros del ensayo de penetración estándar SPT ejecutado según ASTM D1586; los números de golpes N fueron corregidos por energía, diámetro de perforación, tipo de muestreador y longitud de varillaje para obtener (N_{60}), empleando la formulación de Skempton (1986) y las recomendaciones de Bowles (1996). De este modo se construyó una base de datos de pares (N_{60} - C_u) correspondientes al mismo estrato y ubicación.

Para cada muestra ensayada se reportaron como resultados principales:

- Identificación de sondeo y profundidad.
- Dimensiones iniciales de la probeta y área corregida en la rotura.
- Resistencia a compresión simple q_u .
- Resistencia al corte no drenado $C_u = q_u/2$.
- Deformación axial en la falla.
- Observaciones sobre el modo de rotura (corte definido, falla en barril, fisuras, etc.).

4.6. Método estadístico

4.6.1. Software para Análisis Estadístico: Python

El procesamiento cuantitativo de los datos obtenidos en campo y laboratorio se realizó mediante el lenguaje de programación Python, empleando un entorno de scripting estructurado por módulos independientes. Python constituye una herramienta de código

abierto ampliamente utilizada en el ámbito científico e ingeniero, que facilita el procesamiento, análisis, modelación estadística y visualización de datos mediante librerías especializadas. Las principales bibliotecas utilizadas en el presente estudio fueron:

- **pandas:** para la lectura, organización y manipulación de la base de datos.
- **numpy:** para el cálculo de estadísticos descriptivos (percentiles, media, desviación estándar).
- **matplotlib:** para la generación de todas las representaciones gráficas del análisis, incluyendo diagramas de caja y bigotes, histogramas, gráficos Q-Q, diagramas de dispersión y gráficos de residuales.
- **scipy.stats:** para la ejecución de pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk).
- **statsmodels:** para la construcción de modelos de regresión lineal mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) con intervalos de confianza al 95%.

4.7. Análisis estadístico y correlación

De acuerdo con el tema en desarrollo, se aplicó un análisis estadístico riguroso con el fin de garantizar la confiabilidad de las correlaciones empíricas obtenidas.

Según Introduction to Linear Regression Analysis de Douglas C. Montgomery (2012), el análisis previo de los datos es importante para identificar valores atípicos, verificar supuestos estadísticos y ajustar modelos de regresión válidos.

Los datos utilizados provinieron de ensayos geotécnicos SPT y ensayos de laboratorio para determinar la resistencia al corte no drenado (C_u), aplicándose procedimientos estadísticos en el siguiente orden.

4.7.1. Detección de valores atípicos (método IQR)

Los resultados del número de golpes corregido N60 y de la resistencia C_u , pueden presentar dispersiones debido a heterogeneidad, presencia de fenómenos o errores de campo. Por lo cual, se aplicó el método del rango intercuartílico.

El rango intercuartílico se define como:

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

Donde:

- Q_1 = percentil 25
- Q_3 = percentil 75

Un dato se considera atípico si cumple:

$$x < Q_1 - 1.5(IQR)$$

$$x < Q_3 + 1.5(IQR)$$

En esta investigación, el método se aplicó a los pares de datos (N_{60}, C_u) , eliminando registros inconsistentes antes del ajuste de modelos de correlación.

4.7.2. Verificación de normalidad (gráfico Q-Q y prueba Shapiro-Wilk)

Para aplicar regresión mediante mínimos cuadrados, se evaluó la normalidad de los residuos del modelo.

La prueba Shapiro-Wilk determina si una muestra proviene de una distribución normal mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{(\sum \alpha_i x_{(i)})^2}{(x_i - \bar{x})^2}$$

Si $p > 0.05$, se acepta normalidad

Además, se aplicó el gráfico Q-Q, comparando los cuantiles teóricos normales con los cuantiles de los residuos. Si los puntos siguen la recta, los residuos presenten una distribución normal.

Además, se verificó la normalidad de los residuos de las correlaciones entre $(N_{60}-C_u)$ evaluando la validez de los modelos.

4.7.3. Modelos de regresión (lineal y logarítmica-mínimos cuadrados, criterio R^2)

Con el fin de establecer una relación cuantitativa entre el número de golpes corregido (N_{60}) del ensayo de penetración estándar (SPT) y la resistencia al corte no drenado (C_u) en suelos cohesivos de la zona urbana de Zamora, se aplicaron modelos de regresión lineal simple y logarítmica mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios.

La regresión lineal permite mostrar la relación funcional entre una variable independiente X y una variable dependiente Y, estimando parámetros que minimicen la suma de los errores al cuadrado (Montgomery, Peck & Vining, 2012).

En este caso, se consideró como variable independiente el número de golpes corregido (N_{60}) y como variable dependiente la resistencia al corte no drenado (C_u).

a) Modelo de regresión lineal

Se aplicó la siguiente expresión:

$$C_u = a + bN_{60}$$

Donde:

- C_u = resistencia al corte no drenado (kPa)
- N_{60} = número de golpes corregido.
- a = intercepto
- b = pendiente de la recta

b) Modelo de regresión logarítmica

Tomando en cuenta que en los suelos cohesivos entre resistencia no drenada y N-PT puede presentar comportamiento no necesariamente lineal, se aplicó también el modelo:

$$C_u = a + b \ln(N_{60})$$

Este modelo permite mostrar que la resistencia del suelo no aumenta siempre en la misma proporción cuando aumenta el número de golpes del SPT.

c) Criterio de ajuste: Coeficiente de determinación (R^2)

En el coeficiente de determinación el valor R^2 representa la proporción de variabilidad de C_u explicada por (N_{60}) . Se seleccionó el modelo con mayor valor de R^2 , siempre que los residuos cumplieron el supuesto de normalidad.

4.1. Interpretación de Resultados

A través del análisis de los datos obtenidos en laboratorio, juntamente con los ensayos (SPT) recopilados de la información existente, se examinó la relación entre el número de golpes corregido del (SPT) y la resistencia al corte no drenado de los suelos cohesivos del área de estudio. Este análisis permitió identificar tendencias y posibles correlaciones entre ambos parámetros, con un alcance fundamentalmente exploratorio, orientado a describir el comportamiento geomecánico de los suelos locales bajo las condiciones de muestreo y ensayo consideradas.

Los datos procesados se interpretaron mediante el ajuste de modelos de regresión, evaluando su nivel de incertidumbre (i.e. coeficiente de determinación R^2 , análisis de residuales, error de sesgo o similares). Además, se llevó a cabo el análisis de residuos, la identificación de valores atípicos y la validación estadística básica de las ecuaciones propuestas, de conformidad con los estándares metodológicos de correlaciones empíricas en geotecnia. Con los resultados de estos análisis se contrastaron las ecuaciones locales obtenidas con correlaciones de referencia reportadas en la bibliografía especializada, situando los resultados dentro del marco de estudios previos sobre relaciones entre (N_{60}) y C_u en suelos cohesivos.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Base de Datos

A partir de la información recopilada en campo y laboratorio, se construyó la base de datos correlacional conformada por pares de valores (N_{60}) provenientes de 20 sondeos SPT distribuidos en la zona urbana de Zamora. Los datos fueron sometidos a un proceso de revisión y tratamiento previo, tras el cual se consolidó un conjunto de 20 pares de datos válidos para el análisis estadístico. La Tabla 3 presenta los valores obtenidos por sondeo, incluyendo la clasificación SUCS, la profundidad de muestreo, el número de golpes corregido (N_{60}) y la resistencia al corte no drenado (C_u) determinada mediante ensayos de compresión simple no confinada (ASTM D2166).

Tabla 3. Resumen de 20 Ensayos SPT (N_{60} - C_u)

Sondeo	Profundidad	SUCS	N60	Cu (kPa)	IP	LL	W
(-)	(m)	(-)	(-)	(kPa)	(-)	(%)	(%)
SPT-01	2.0–2.5	ML	9	45,10	10	38	20,87
SPT-02	1.0–2.0	ML	9	61,30	27	39	31,74
SPT-03	1.0–1.5	CL	5	29,20	12	36	27,42
SPT-04	2.0–2.5	CL	7	28,10	17	27	25,41
SPT-05	2.0–2.5	CL	21	53,70	42	53	22,01
SPT-06	2.0–2.5	CL	5	24,50	23	39	35,22
SPT-07	1.0–2.0	CL	14	46,10	25	48	25,45
SPT-08	1.0–1.5	CL	10	30,40	11	30	37,27
SPT-09	1.0–1.5	CH	12	31,40	45	63	23,51
SPT-10	1.0–1.5	CH	14	35,30	38	50	24,96
SPT-11	3.0–4.0	CH	19	58,80	26	51	25,82
SPT-11-1	2.0–3.0	CL	19	50,00	21	34	27,88
SPT-12	2.0–2.5	CL	6	37,30	40	45	36,8
SPT-13	1.0–2.0	ML	10	51,00	10	41	36,65
SPT-14	1.0–2.0	MH	18	70,60	19	60	42,27
SPT-15	1.0–2.0	ML	5	31,13	9	35	21,49
SPT-16	2.0–3.0	CL	5	32,20	22	31	29,69
SPT-17	2.0–3.0	CL	3	29,40	14	30	46,69

SPT-18	2.0-2.5	CL	13	49,70	14	28	26,97
SPT-19	1.0-2.0	ML	13	49,70	24	36	26,55

Fuente: Propia

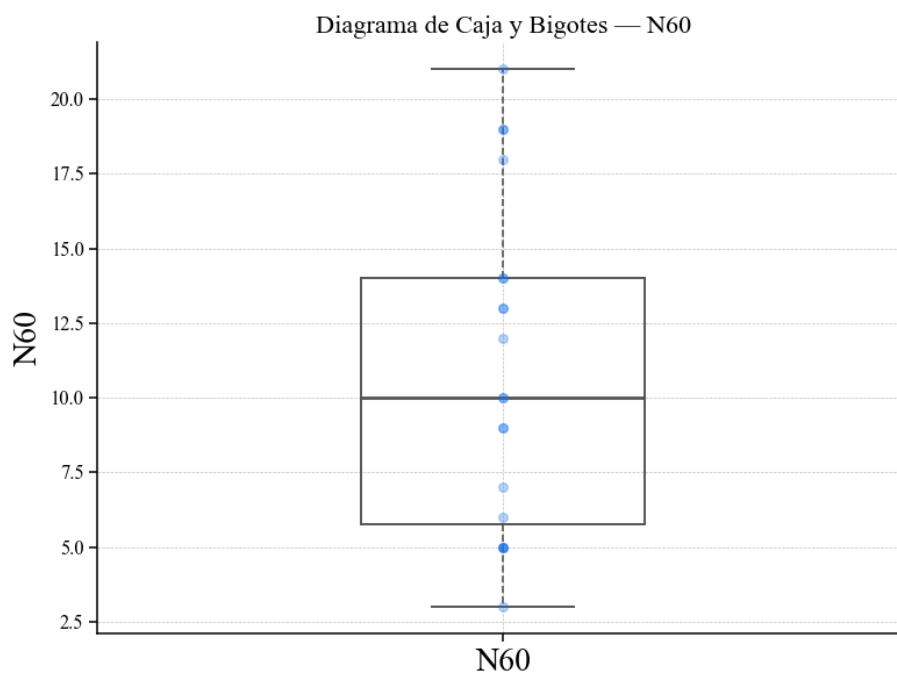
Los valores de (N_{60}) se ubican en el rango de 3 a 21 golpes, con una media aritmética de 10.85 golpes y una desviación estándar de 5.44 golpes, reflejando una variabilidad moderada propia de la heterogeneidad estratigráfica de los depósitos aluviales y residuales de Zamora. Los valores de (C_u) oscilan entre 24.50 kPa y 70.60 kPa, con media de 42.25 kPa y desviación estándar de 13.08 kPa. La clasificación SUCS de los suelos involucrados corresponde predominantemente a arcillas de baja plasticidad (CL), seguidas de limos de baja plasticidad (ML), arcillas de alta plasticidad (CH) y limos de alta plasticidad (MH), distribución coherente con el perfil geológico de suelos residuales y aluviales finos característicos de la región.

5.2. Análisis estadístico

5.2.1. Diagramas de caja y bigotes

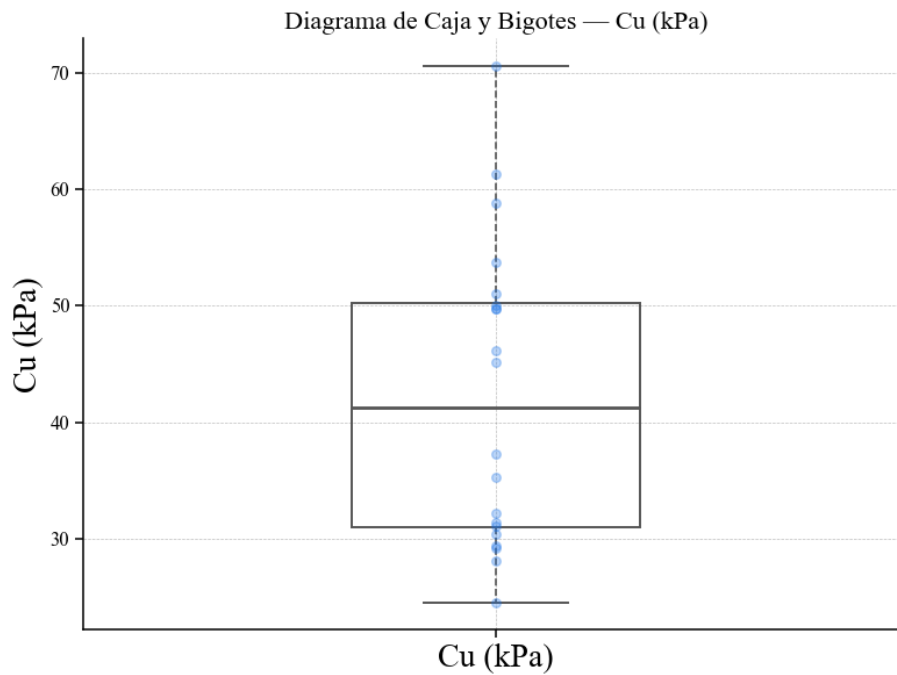
Se construyeron diagramas de caja y bigotes (boxplots) independientes para las variables (N_{60} - C_u), con el propósito de examinar la dispersión, simetría y ausencia de valores extremos en cada variable.

Ilustración 20. Cajas y Bigotes (N_{60})



Fuente: Propia

Ilustración 21. Cajas y Bigotes (C_u)



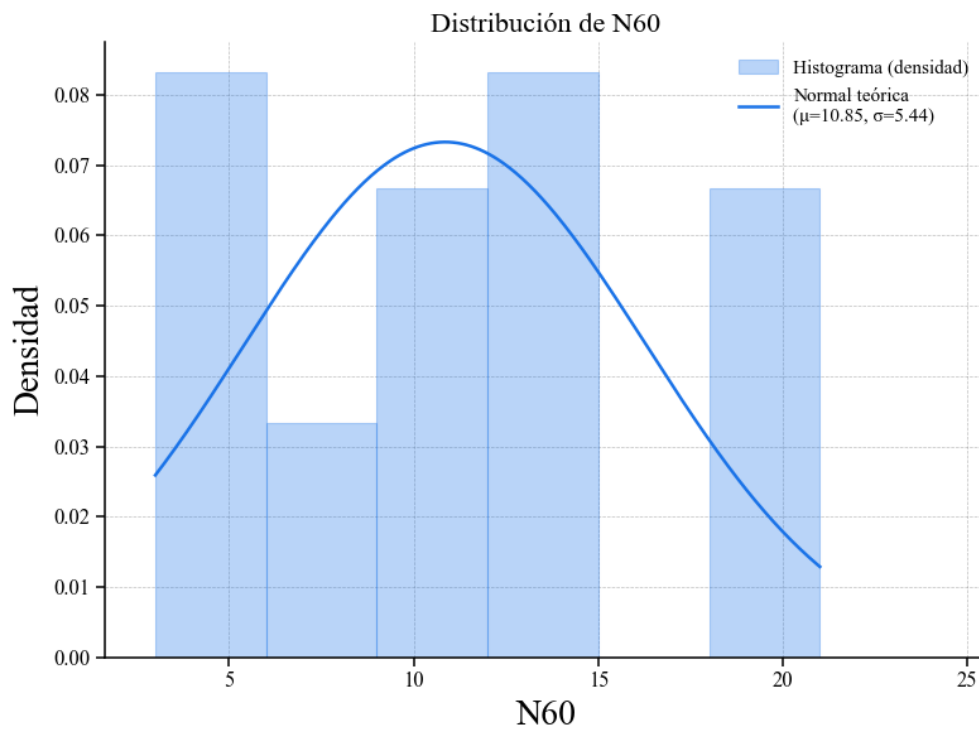
Fuente: Propia

Ambos diagramas confirman que, tras el proceso de depuración de datos, las distribuciones no presentan valores atípicos fuera de los límites intercuartílicos. La variable (N_{60}) muestra una distribución con leve asimetría positiva, concentrándose la mayoría de los datos entre los 5 y 14 golpes. La variable (C_u) presenta una distribución más centrada, con la mediana próxima al valor medio de 42.25 kPa, indicando un comportamiento relativamente simétrico.

5.2.2. Histogramas de frecuencia

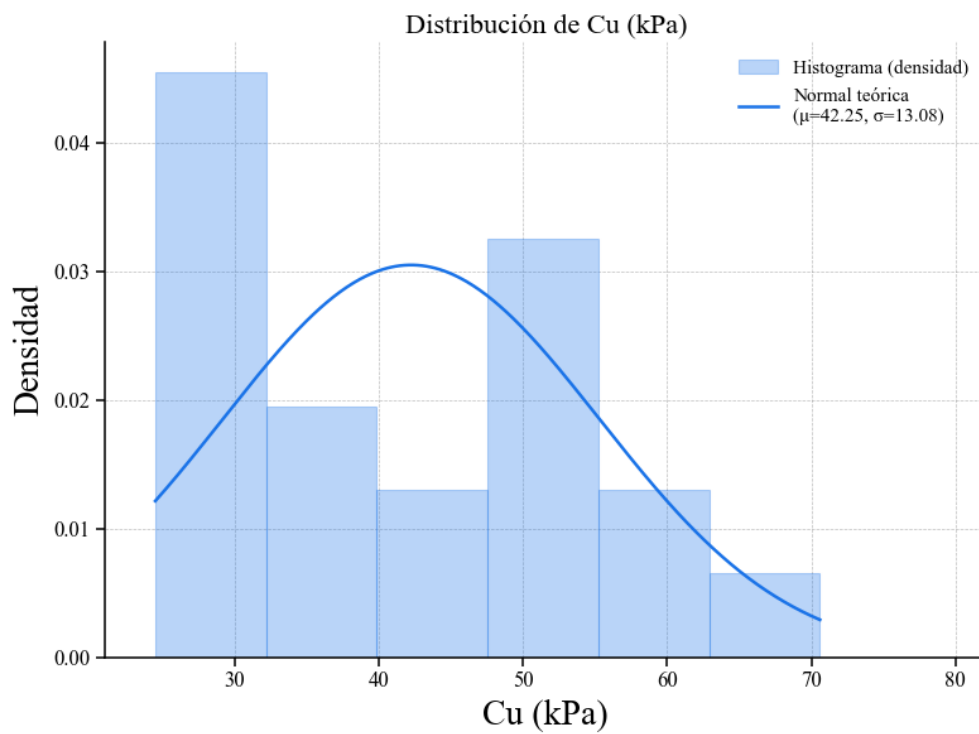
Los histogramas de frecuencia con superposición de la curva de distribución normal teórica permiten evaluar de manera visual el ajuste de cada variable a la distribución gaussiana.

Ilustración 22. Histograma de (N_{60}) con curva normal teórica; $\mu = 10.85$, $\sigma = 5.44$



Fuente: Propia

Ilustración 23. Histograma de (C_u) con curva normal teórica; $\mu = 42.25$, $\sigma = 13.08$



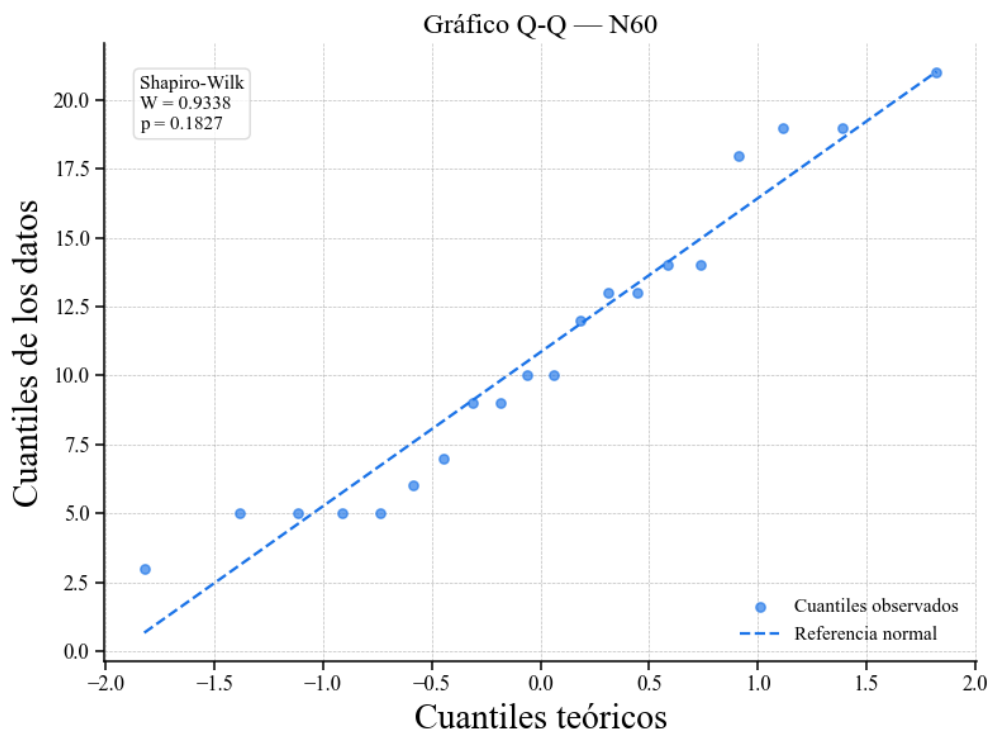
Fuente: Propia

La distribución de (N_{60}) exhibe una concentración principal en el intervalo de 5 a 14 golpes, con una cola leve hacia valores altos, comportamiento esperable en muestras de tamaño reducido provenientes de depósitos estratigráficamente heterogéneos. La distribución de (C_u) se aproxima mejor a la curva normal teórica, con una concentración de datos en el rango de 29 a 59 kPa.

5.2.3. Normalidad

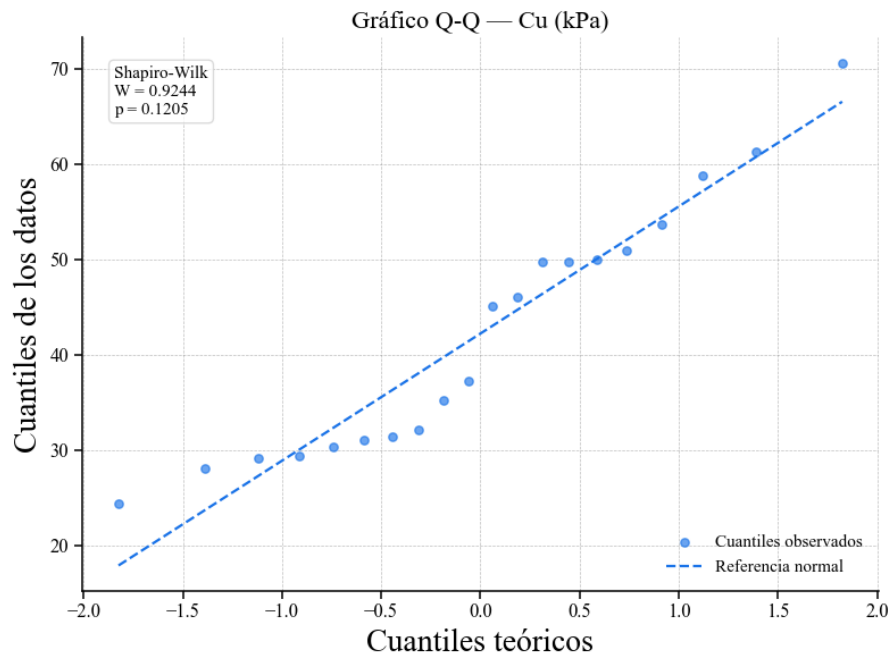
Se verificó la normalidad de ambas variables mediante gráficos de cuantiles normales (Q-Q plots) y la prueba estadística de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras de tamaño $n \leq 50$ (Shapiro & Wilk, 1965).

Ilustración 24. Gráfico Q-Q de (N_{60})



Fuente: Propia

Ilustración 25. Gráfico Q-Q de (C_u)



Fuente: Propia

En ambos gráficos Q-Q, los cuantiles observados se ajustan satisfactoriamente a la línea de referencia normal, sin desviaciones sistemáticas relevantes en los extremos. Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk se presentan en la Tabla X:

Tabla 4. Resultados de la prueba de Shapiro-Wilk

Variable	Estadístico W	p	Conclusión ($\alpha = 0.05$)
N_{60}	0.9338	0.1827	No se rechaza H_0 de normalidad
C_u	0.9244	0.1205	No se rechaza H_0 de normalidad

Fuente: Propia

Dado que en ambos casos el (p) supera el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad para ninguna de las dos variables. Este resultado valida el supuesto distribucional requerido para la aplicación del método de regresión por mínimos cuadrados (OLS).

5.3. Modelos de regresión obtenidos

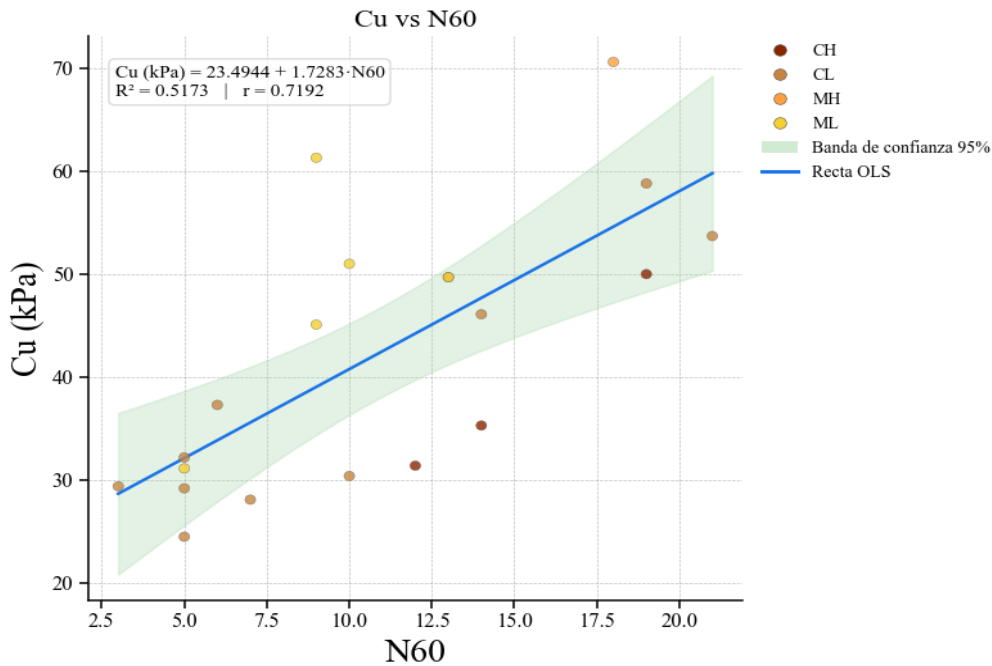
5.3.1. Modelo lineal – Mínimos cuadrados (OLS)

Se ajustó un modelo de regresión lineal simple entre (C_u) (variable dependiente) y (N_{60}) (variable independiente) mediante el método de mínimos cuadrados, minimizando la suma de los cuadrados de los residuos. La ecuación obtenida es:

$$C_u = 23.49 + 1.73 \cdot N_{60}$$

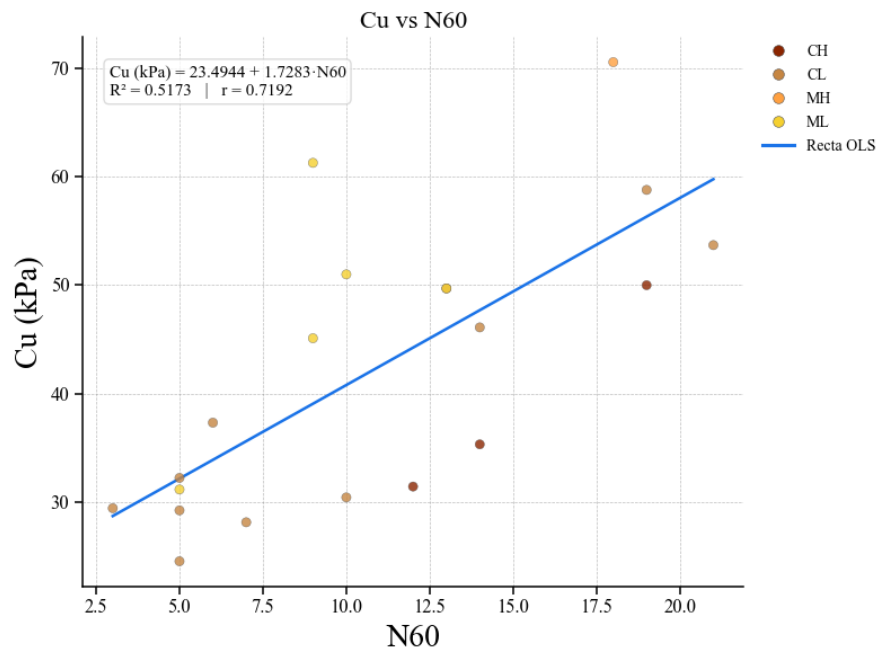
El coeficiente de determinación $R^2 = 0.5173$ indica que el modelo lineal explica el 51.73% de la variabilidad total de (C_u) a partir de (N_{60}). El coeficiente de correlación de Pearson $r = 0.7192$ evidencia una correlación positiva moderada entre las dos variables. La pendiente positiva $b_1 = 1.73$ kPa/golpe expresa que, en promedio, cada incremento unitario de (N_{60}) se asocia a un aumento de 1.73 kPa en la resistencia al corte no drenado, dentro del rango de datos analizado. La ordenada al origen $b_0 = 23.49$ kPa representa la estimación de (C_u) cuando (N_{60}) tiende a cero, valor que geotécnicamente refleja la cohesión aparente residual del suelo en condiciones de muy baja resistencia a la penetración.

Ilustración 26. Diagrama de dispersión (C_u vs N_{60}) con recta OLS, banda IC 95% y datos SUCS



Fuente: Propia

Ilustración 27. Diagrama de dispersión C_u vs N_{60} con recta OLS y datos SUCS — sin banda



Fuente: Propia

El intervalo de confianza al 95% muestra que la incertidumbre del modelo es mayor en los extremos del rango de (N_{60}), comportamiento esperado en muestras de tamaño reducido. La dispersión de los puntos alrededor de la recta de regresión es consistente con la variabilidad geotécnica intrínseca de los suelos cohesivos de génesis mixta (residual y aluvial) presentes en Zamora, en línea con lo reportado por Phoon & Kulhawy (1999), quienes señalan que los coeficientes de variación de C_u obtenidos de compresión simple en suelos naturales típicamente oscilan entre 20% y 55%.

5.3.2. Modelo logarítmica – Regresión exponencial

Con el objetivo de explorar una formulación que represente adecuadamente la relación no lineal intrínseca entre las variables de estudio, se ejecutó un ajuste de regresión de tipo potencial. Para ello, se procedió con la linealización del modelo en un espacio logarítmico de base 10, definiendo la expresión teórica:

$$\log_{10} (C_u) = b_0 + b_1 \cdot \log_{10} (N_{60})$$

Mediante la aplicación del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) sobre las variables previamente transformadas, se determinaron los estimadores estadísticos $b_0 = 1.2074$ y $b_1 = 0.4083$. Consecuentemente, la ecuación predictiva en el dominio logarítmico queda definida como:

$$\log_{10}(C_u) = 1.2074 + 0.4083 \cdot \log_{10}(N_{60})$$

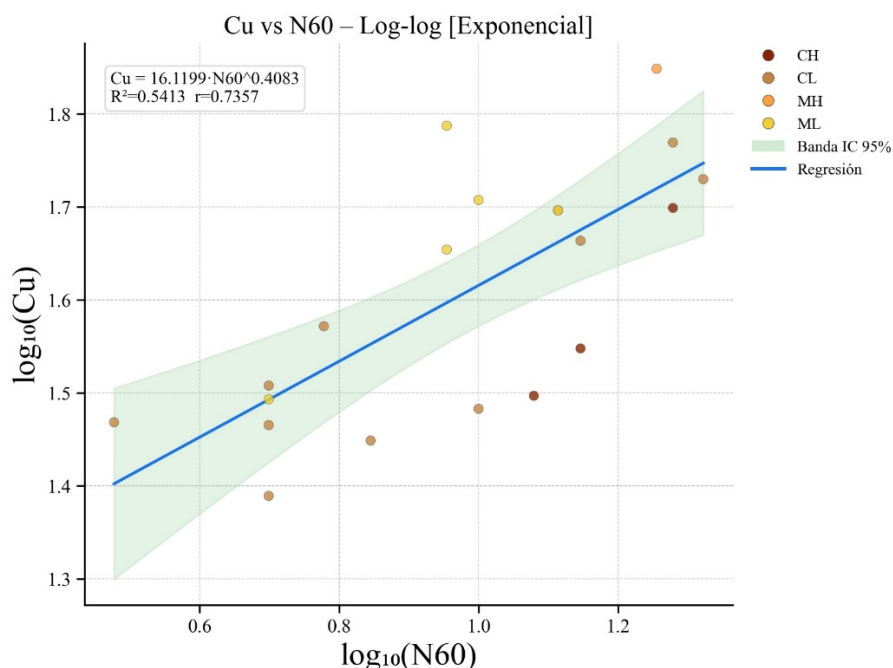
Al ejecutar la transformación analítica inversa ($C_u = a = 10^{b_0} \cdot N_{60}^{b_1}$), a correlación empírica equivalente en su escala original resulta en la siguiente expresión:

$$C_u = 16.12 \cdot N_{60}^{0.4083}$$

Este modelo alcanzó un coeficiente de determinación $R^2 = 0.5413$, superior al del modelo lineal, explicando el 54.13% de la variabilidad de C_u . El coeficiente de correlación $r = 0.7357$ confirma una correlación positiva ligeramente mayor en el espacio transformado.

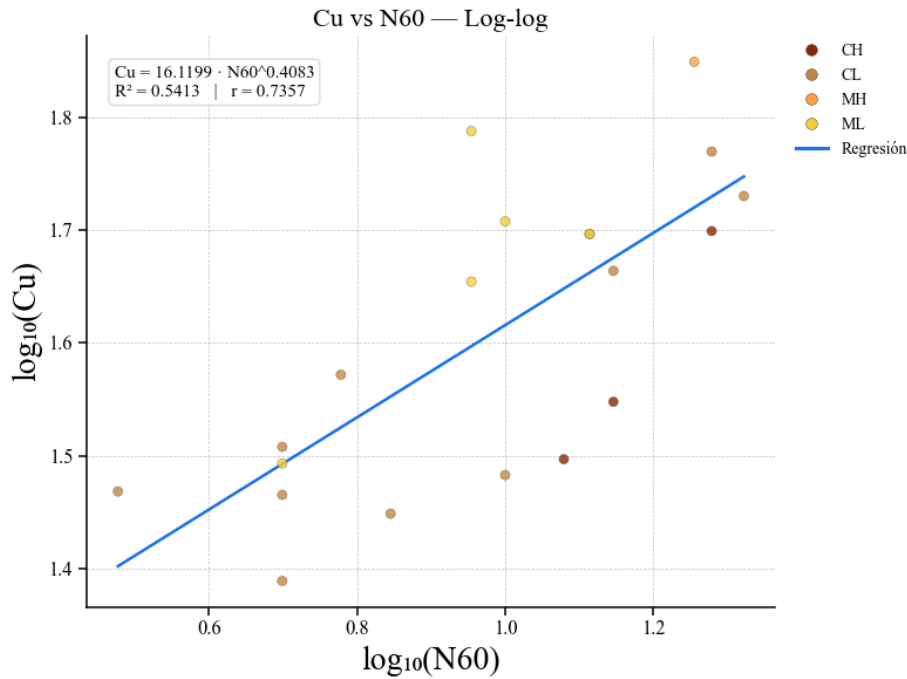
Desde el enfoque de la mecánica de suelos, el exponente fraccionario $b_1 = 0.4083 < 1$ indica que el crecimiento de (C_u) con respecto a (N_{60}) obedece a un modelo de tipo potencial decreciente. Este hallazgo resulta geotécnicamente coherente; a medida que el estrato cohesivo incrementa su consistencia, la tasa de ganancia de resistencia por cada unidad adicional de penetración dinámica tiende a moderarse. Esta atenuación es un reflejo directo del comportamiento tenso-deformacional no lineal de las matrices arcillosas al ser sometidas a diferentes estados de esfuerzo y condiciones de preconsolidación (Das, 2012).

Ilustración 28. Diagrama de dispersión $\log_{10}(C_u)$ vs $\log_{10}(N_{60})$ con recta OLS, banda IC 95% y datos SUCS



Fuente: Propia

Ilustración 29. Diagrama de dispersión $\log_{10}(C_u)$ vs $\log_{10}(N_{60})$ con recta OLS y datos SUCS — sin banda



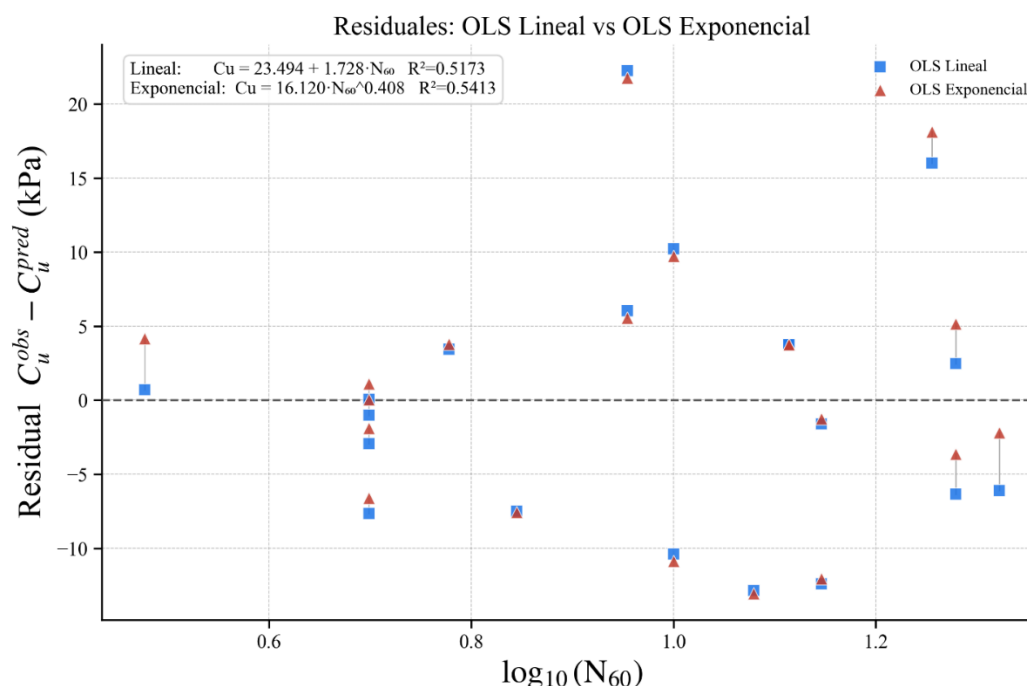
Fuente: Propia

En términos de ajuste estadístico, el modelo exponencial ofrece un desempeño superior al modelo lineal tanto en R^2 ($0.5413 > 0.5173$) como en r ($0.7357 > 0.7192$), por lo que se considera el modelo de mejor ajuste para los suelos cohesivos de la zona urbana de Zamora en el rango $3 \leq N_{60} \leq 21$.

5.3.3. Análisis Comparativo de Residuales

La Ilustración 30 presenta la distribución de los residuales ($C_u^{obs} - C_u^{pred}$) en función de $\log_{10}(N_{60})$ para los dos modelos de regresión desarrollados. Cada observación aparece representada simultáneamente por un cuadrado azul (modelo lineal) y un triángulo rojo (modelo potencial), unidos mediante un segmento vertical gris que permite visualizar de forma inmediata la magnitud y dirección de la diferencia entre ambas predicciones para un mismo punto de datos; cuando dicho segmento es corto, ambos modelos predicen de manera similar, mientras que segmentos más largos indican que los modelos divergen en su estimación de C_u para ese valor particular de N_{60} .

Ilustración 30. Análisis comparativo de residuales para modelos lineal y exponencial Cu-N₆₀



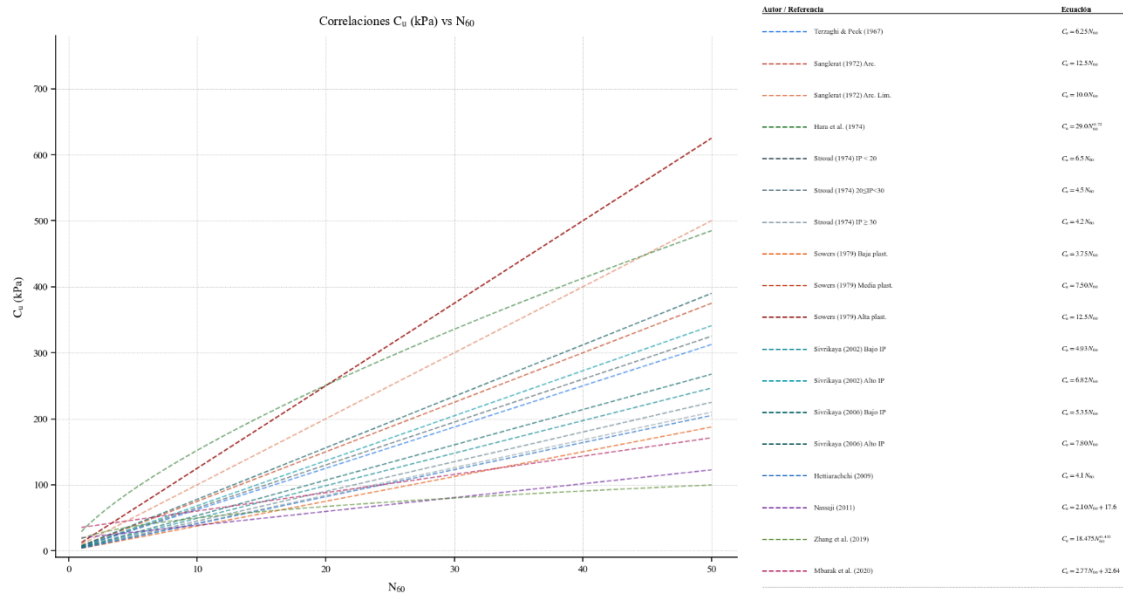
Fuente: Propia

En términos generales, los residuales de ambos modelos se distribuyen de forma aleatoria alrededor de la línea de referencia cero, sin evidenciar tendencias crecientes o decrecientes con el predictor, condición que confirma la ausencia de sesgo sistemático en ambas formulaciones (Draper & Smith, 1998). Los segmentos conectores son notablemente cortos en el rango intermedio ($0,70 \leq \log_{10}(N_{60}) \leq 1,10$), lo que indica que en ese dominio ambos modelos producen predicciones muy similares entre sí. Sin embargo, hacia los valores más altos del predictor ($\log_{10}(N_{60}) > 1,25$), los segmentos se alargan visiblemente, reflejando que el modelo potencial tiende a subestimar la resistencia con mayor frecuencia que el modelo lineal, comportamiento atribuible a la tasa de crecimiento decreciente de la función potencia en ese extremo del rango. La dispersión residual observada en ambos modelos responde a la variabilidad espacial intrínseca de los suelos cohesivos de origen aluvial y coluvial de la zona de estudio, para los cuales Phoon & Kulhawy (1999) documentan coeficientes de variación considerables incluso dentro de formaciones aparentemente homogéneas. En conjunto, el análisis de residuales confirma que ambos modelos son estadísticamente aceptables dentro del rango de aplicabilidad de la base de datos de Zamora, siendo la diferencia en R^2 entre ellos de carácter marginal.

5.4. Correlaciones internacionales

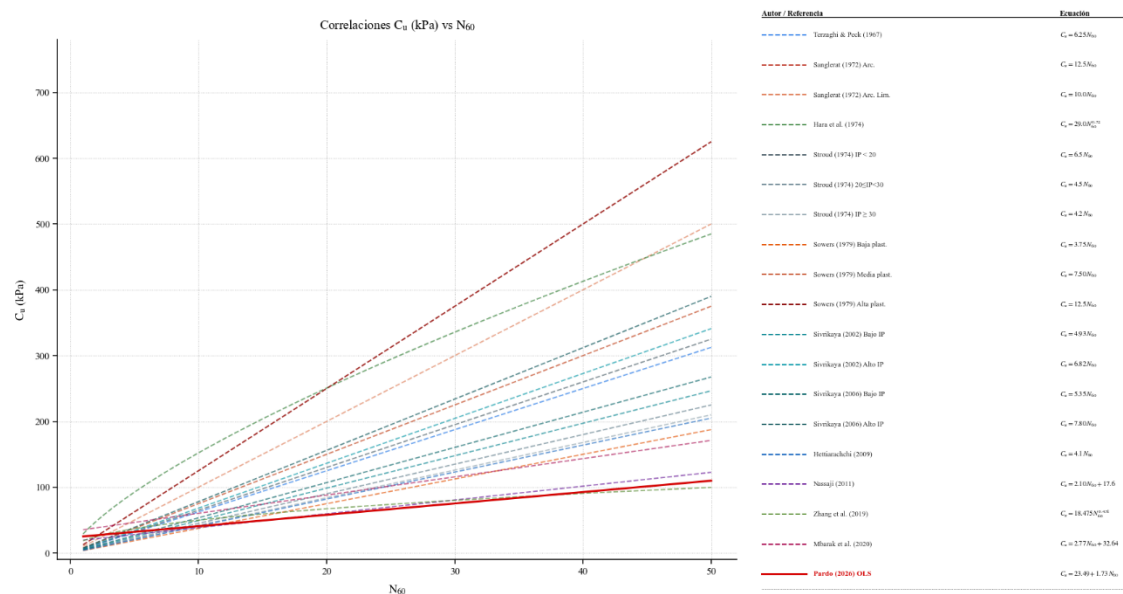
Con el objetivo de evaluar la aplicabilidad de las correlaciones de la literatura geotécnica internacional para los suelos cohesivos de Zamora, se compararon los valores de (C_u) estimados por ambos modelos locales frente a los estimados por dieciocho (18) correlaciones de referencia, utilizando como valores representativos $N_{60} = 5, 10, 15$ y 20 golpes, que cubren el rango efectivo de la base de datos.

Ilustración 31. Correlaciones internacionales más ecuación obtenida (Lineal vs N_{60})



Fuente: Propia

Ilustración 32. Correlaciones internacionales más ecuación obtenida (Exponencial vs N_{60})



Fuente: Propia

Tabla 5. Valores de C_u (kPa) estimados por correlaciones internacionales y diferencia porcentual respecto a la ecuación obtenida Lineal

Autor	$N_{60} = 5$	$\Delta\%$	$N_{60} = 10$	$\Delta\%$	$N_{60} = 15$	$\Delta\%$	$N_{60} = 20$	$\Delta\%$
Pardo (2026) Lineal	32.1	—	40.8	—	49.4	—	58.1	—
Pardo (2026) Exponencial	31.1	-3.2%	41.3	+1.2%	48.7	-1.5%	54.8	-5.7%
Terzaghi & Peck (1967)	31.2	-2.8%	62.5	+53.2%	93.8	+89.6%	125.0	+115.2%
Sanglerat (1972) Arcilla	62.5	+94.5%	125.0	+206.4 %	187.5	+279.2%	250.0	+330.4%
Sanglerat (1972) Arc. Limosa	50.0	+55.6%	100.0	+145.2 %	150.0	+203.4%	200.0	+244.3%
Hara et al. (1974)	92.4	+187.5 %	152.2	+273.1 %	203.8	+312.2%	250.7	+331.6%
Stroud (1974) $IP < 20$	32.5	+1.1%	65.0	+59.4%	97.5	+97.2%	130.0	+123.8%
Stroud (1974) $20 \leq IP < 30$	22.5	-30.0%	45.0	+10.3%	67.5	+36.5%	90.0	+54.9%
Stroud (1974) $IP \geq 30$	21.0	-34.7%	42.0	+3.0%	63.0	+27.4%	84.0	+44.6%
Sowers (1979) Baja plast.	18.8	-41.7%	37.5	-8.1%	56.2	+13.8%	75.0	+29.1%
Sowers (1979) Media plast.	37.5	+16.7%	75.0	+83.9%	112.5	+127.5%	150.0	+158.2%
Sowers (1979) Alta plast.	62.5	+94.5%	125.0	+206.4 %	187.5	+279.2%	250.0	+330.4%
Sivrikaya & T. (2002) Bajo IP	24.6	-23.3%	49.3	+20.9%	73.9	+49.6%	98.6	+69.7%
Sivrikaya & T. (2002) Alto IP	34.1	+6.1%	68.2	+67.2%	102.3	+106.9%	136.4	+134.8%
Sivrikaya & T. (2006) Bajo IP	26.8	-16.8%	53.5	+31.2%	80.2	+62.3%	107.0	+84.2%
Sivrikaya & T. (2006) Alto IP	39.0	+21.3%	78.0	+91.2%	117.0	+136.7%	156.0	+168.5%
Hettiarachchi & Brown (2009)	20.5	-36.2%	41.0	+0.5%	61.5	+24.4%	82.0	+41.2%
Nassaji & Kalantari (2011)	28.1	-12.6%	38.6	-5.4%	49.1	-0.7%	59.6	+2.6%
Zhang et al. (2019)	51.0	+58.7%	79.0	+93.7%	102.0	+106.4%	122.3	+110.6%
Mbarak et al. (2020)	46.5	+44.6%	60.3	+47.9%	74.2	+50.1%	88.0	+51.6%

Fuente: Propia

Nota: $\Delta\%$ positivo = sobreestimación; $\Delta\%$ negativo = subestimación. respecto a la ecuación Lineal

Del análisis comparativo se desprenden las siguientes observaciones:

La gran mayoría de las correlaciones internacionales sobreestiman la resistencia al corte no drenado respecto a la ecuación obtenida en esta investigación, con una divergencia que se acentúa progresivamente a medida que aumenta (N_{60}). Este patrón es más pronunciado en las correlaciones de Hara et al. (1974), Sanglerat (1972) y Sowers (1979) para arcillas de alta plasticidad, cuyas estimaciones superan en más del 200% al modelo local para ($N_{60} = 10$), y en más del 300% para ($N_{60} = 20$). Esta sobreestimación sistemática confirma que dichas correlaciones, calibradas originalmente para suelos sedimentarios y glaciales del hemisferio norte, no son directamente transferibles a los suelos residuales de génesis ígneo-metamórfica de Zamora, cuya mineralogía caolinítica-illítica y génesis bajo intemperismo tropical condicionan una resistencia al corte por unidad de penetración significativamente menor que los contextos para los cuales fueron formuladas (Kulhawy & Mayne, 1990; Décourt, 1990).

La correlación de Nassaji & Kalantari (2011) es la que presenta una mejor concordancia cuantitativa con el modelo local en todo el rango de datos, con diferencias que no superan el 13% en ningún valor de (N_{60}) evaluado, siendo prácticamente coincidente para valores de (N_{60}) entre 8 y 12 ($\Delta\% < 5\%$). Esta proximidad puede atribuirse al carácter empírico local de dicha correlación, obtenida también para suelos de plasticidad baja a media. La correlación de Terzaghi & Peck (1967) converge con el modelo local únicamente para (N_{60}) bajos ($\Delta\% = -2.8\%$ para ($N_{60} = 5$), ($N_{60} = 20$)). divergiendo considerablemente a partir de ($N_{60} > 8$), lo que señala que su aplicación directa en Zamora conduciría a sobreestimaciones inadmisibles del parámetro de resistencia en suelos de consistencia media a firme.

Las correlaciones de Stroud (1974) para $IP \geq 30$ y Hettiarachchi & Brown (2009) tienden a subestimar ligeramente la resistencia local para (N_{60}) bajos, aunque su comportamiento mejora para valores medios de penetración. Las dos formulaciones de la ecuación obtenida mediante correlación lineal y potencial son prácticamente equivalentes en el rango central de la base de datos ($N_{60} = 10$), con una diferencia máxima entre ellas de 5.7% para ($N_{60} = 20$), lo que confirma que ambos modelos son intercambiables para estimaciones preliminares dentro del dominio de calibración.

5.5. Ecuaciones propuestas

A continuación, se presentan las ecuaciones de correlación empírica local obtenidas para los suelos cohesivos de la zona urbana de Zamora, Ecuador, resultado de la presente investigación:

$$C_u = 23.49 + 1.73 \cdot N_{60}$$

Tabla 6. Regresión lineal

Parámetro	Valor
Tipo de modelo	Regresión lineal - Mínimos cuadrados (OLS)
Coefficiente de determinación	$R^2 = 0,5173$
Coefficiente de correlación	$r = 0,7192$
Rango de aplicabilidad	$3 \leq N_{60} \leq 21$
Suelos	CL, ML, CH, MH - zona urbana de Zamora, Ecuador

Fuente: Propia

$$C_u = 16.12 \cdot N_{60}^{0.4083}$$

Forma linealizada: $\log_{10}(C_u) = 1.2074 + 0.4083 \cdot \log_{10}(N_{60})$

Tabla 7. Regresión Exponencial

Parámetro	Valor
Tipo de modelo	Regresión potencial - log-log OLS
Ecuación	$C_u = 16,12 \cdot N_{60}^{0.4083}$
Forma linealizada	$\log_{10}(C_u) = 1,2074 + 0,4083 \cdot \log_{10}(N_{60})$
Coefficiente de determinación	$R^2 = 0,5413$
Coefficiente de correlación	$r = 0,7357$
Rango de aplicabilidad	$3 \leq N_{60} \leq 21$
Suelos	CL, ML, CH, MH — zona urbana de Zamora, Ecuador

Fuente: Propia

Ambas ecuaciones constituyen herramientas de estimación preliminar de (C_u) para suelos cohesivos de la zona urbana de Zamora. Su uso debe limitarse a rangos de (N_{60}) dentro del dominio de calibración ($3 \leq N_{60} \leq 21$).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se compiló y procesó información proveniente de sondeos de Penetración Estándar (SPT) existentes en la zona urbana de Zamora, a partir de los cuales se extrajeron muestras inalteradas de suelos cohesivos en correspondencia espacial directa con los registros de penetración. El proceso de revisión y depuración de datos condujo a una base de 20 pares válidos (N_{60} - C_u) provenientes de sondeos ubicados a profundidades entre 1.0 y 4.0 metros, con predominancia de suelos clasificados como CL y ML según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), coherente con el perfil estratigráfico de los depósitos residuales y aluviales de la región.
- La resistencia al corte no drenado (C_u) fue determinada mediante ensayos de compresión simple no confinada (ASTM D2166) sobre muestras inalteradas. Los valores obtenidos oscilan entre 24.50 kPa y 70.60 kPa, con una media de 42.25 kPa, correspondiendo a suelos de consistencia blanda a firme según los criterios de Terzaghi, Peck & Mesri (1996). La desviación estándar de 13.08 kPa refleja la variabilidad inherente de los depósitos cohesivos de Zamora, atribuible a la heterogeneidad genética de sus suelos, de origen tanto residual como aluvial.
- Se desarrollaron dos ecuaciones de correlación empírica local entre N_{60} y C_u mediante regresión por mínimos cuadrados ordinarios (OLS): $C_u = 23.49 + 1.73 \cdot N_{60}$ ($R^2 = 0.5173, r = 0.7192$) y $C_u = 16.12 \cdot N_{60}^{0.4083}$ ($R^2 = 0.5413, r = 0.7357$). Ambos modelos evidencian una correlación positiva moderada entre las variables. El modelo potencial (log-log) ofrece un ajuste estadístico superior al modelo lineal, siendo el modelo de mejor desempeño dentro del rango de calibración $3 \leq N_{60} \leq 21$. Los valores de R^2 obtenidos, en el intervalo de 0.51 a 0.54, son estadísticamente consistentes con la dispersión geotécnica esperada en suelos naturales de génesis compleja, en línea con los rangos reportados por Phoon & Kulhawy (1999) para correlaciones de este tipo. La prueba de Shapiro-Wilk confirmó la normalidad de ambas variables ($W_{N_{60}} = 0.9338, p = 0.1827$; $W_{C_u} = 0.9244, p = 0.1205$), validando los supuestos estadísticos de la regresión OLS. Estos modelos tienen un alcance estrictamente académico y exploratorio;

no constituyen herramientas de diseño geotécnico ni reemplazan los ensayos de laboratorio requeridos para proyectos de ingeniería.

- La comparación cuantitativa frente a 18 correlaciones de la literatura geotécnica internacional evidenció que la gran mayoría de los modelos existentes sobreestiman significativamente la resistencia al corte no drenado de los suelos cohesivos de Zamora, con divergencias que se incrementan con N_{60} y que alcanzan valores superiores al 300% en el caso de Hara et al. (1974) y Sanglerat (1972) para $N_{60} = 20$. Esta sobreestimación sistemática confirma que las correlaciones desarrolladas para suelos sedimentarios y glaciales del hemisferio norte no son directamente transferibles a los suelos residuales de génesis ígneo-metamórfica de Zamora. La única correlación internacional con acuerdo cuantitativo aceptable en todo el rango de datos fue la de Nassaji & Kalantari (2011), la cual mostró mayor proximidad con los modelos locales en todo el rango de datos. Estos hallazgos aportan evidencia cuantitativa sobre la magnitud del sesgo que introduce el uso acrítico de correlaciones internacionales en el contexto geológico de Zamora, contribución de valor académico para la práctica geotécnica regional.

6.2. Recomendación

- Ampliar la base de datos de esta investigación exploratoria a un mínimo de 40 a 60 pares (N_{60} - C_u), distribuyendo los puntos de muestreo en las distintas unidades geomorfológicas del cantón Zamora, con el fin de incrementar la representatividad estadística de los modelos y reducir la incertidumbre asociada al tamaño muestral reducido del presente estudio.
- Con fines de investigación académica futura, se recomienda explorar modelos de regresión múltiple que incorporen variables adicionales como el índice de plasticidad (IP), la profundidad de muestreo y el contenido de humedad natural, dado que estos parámetros han demostrado influir en la magnitud de (C_u) en suelos cohesivos residuales de contextos tropicales (Kulhawy & Mayne, 1990; Stroud, 1974).
- Se recomienda que cualquier referencia a los modelos obtenidos en esta investigación se enmarque explícitamente dentro de su carácter académico y exploratorio, limitado al rango ($3 \leq N_{60} \leq 21$) y para suelos clasificados como CL, ML, CH o MH en la zona urbana de Zamora. Su extrapolación fuera del dominio de calibración o su uso en diseño geotécnico definitivo no está respaldado por la presente investigación.
- Es recomendable replicar la metodología empleada en otros sectores de la Amazonía ecuatoriana con contextos geológicos similares, con el objeto de construir progresivamente una base de datos geotécnica regional que permita, en el futuro, desarrollar correlaciones locales estadísticamente robustas para la región suroriental del Ecuador.
- Finalmente, los resultados de esta investigación pueden ser considerados como un punto de partida académico para el estudio del comportamiento geomecánico de los suelos cohesivos de Zamora, reconociendo que su consolidación como herramienta de referencia requerirá campañas adicionales de investigación con mayor cobertura espacial y diversidad de ensayos de laboratorio.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (2021). M 145-91: Standard specification for classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Alam, M. J., Shaha, N. R. y Shohug, M. K. (2015). Relationship between standard penetration resistance and strength-compressibility parameters of clay. *Journal of Civil Engineering (IEB)*, 43(2), 115–131.
- Aspden, J. A., Harrison, S. M. y Rundle, C. C. (1992). New geochronological control for the tectono-magmatic evolution of the northern Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 6(1–2), 77–96.
- Aspden, J. A. y Litherland, M. (1992). The geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador. *Tectonophysics*, 205(1–3), 187–204.
- ASTM International. (2011). ASTM D1586-11: Standard test method for standard penetration test (SPT) and split-barrel sampling of soils. ASTM International.
- ASTM International. (2015). ASTM D2850-15: Standard test method for unconsolidated-undrained triaxial compression test on cohesive soils. ASTM International.
- ASTM International. (2016). ASTM D2166/D2166M-16: Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil. ASTM International.
- ASTM International. (2017a). ASTM D2487-17: Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System). ASTM International.

- ASTM International. (2017b). ASTM D4318-17e1: Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils. ASTM International.
- ASTM International. (2017c). ASTM D6913/D6913M-17: Standard test methods for particle-size distribution (gradation) of soils using sieve analysis. ASTM International.
- ASTM International. (2019). ASTM D2216-19: Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass. ASTM International.
- Baldock, J. W. (1982). Geología del Ecuador: Boletín explicativo del Mapa Geológico de la República del Ecuador, escala 1:1.000.000. Dirección General de Geología y Minas / Instituto Geográfico Militar.
- Barnett, V. y Lewis, T. (1994). Outliers in statistical data (3.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Bowles, J. E. (1996). Foundation analysis and design (5th ed.). McGraw-Hill.
- Craig, R. F. (2004). Craig's soil mechanics (7th ed.). Spon Press.
- Das, B. M. (2009). Shallow foundations: Bearing capacity and settlement (2nd ed.). CRC Press / Taylor & Francis.
- Das, B. M. (2010). Principles of foundation engineering (7th ed.). Cengage Learning.
- Das, B. M. (2012). Fundamentals of geotechnical engineering (4th ed.). Cengage Learning.
- Das, B. M. (2016). Principles of geotechnical engineering (9th ed.). Cengage Learning.

- Décourt, L. (1990). The Standard Penetration Test: State-of-the-art report. En Proceedings of the 12th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (Vol. 4, pp. 2405–2416). A.A. Balkema.
- Devore, J. L. (2015). Probability and statistics for engineering and the sciences (9th ed.). Cengage Learning.
- Draper, N. R. y Smith, H. (1998). Applied regression analysis (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Drobe, J., Lindsay, D., Brannon, J. y Hann, S. (2008). Mirador Cu-Au-Mo project: NI 43-101 technical report on resources and pit optimizations. Corriente Resources Inc.
- Fenton, G. A. y Griffiths, D. V. (2008). Risk assessment in geotechnical engineering. John Wiley & Sons.
- GAD Municipal de Zamora. (2020). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Zamora. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Zamora.
- Hara, A., Ohta, T., Niwa, M., Tanaka, S. y Banno, T. (1974). Shear modulus and shear strength of cohesive soils. *Soils and Foundations*, 14(3), 1–12.
- Hettiarachchi, H. y Brown, T. (2009). Use of SPT blow counts to estimate shear strength properties of soils: Energy balance approach. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 135(6), 830–834.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0000016](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000016)
- Holtz, R. D., Kovacs, W. D. y Sheahan, T. C. (2011). An introduction to geotechnical engineering (2nd ed.). Pearson.

- Jiménez Salas, J. A. y de Justo Alpañés, J. L. (1975). Geotecnia y cimientos I: Propiedades de los suelos y de las rocas. Rueda.
- Kulhawy, F. H. y Mayne, P. W. (1990). Manual on estimating soil properties for foundation design (Report EL-6800). Electric Power Research Institute (EPRI).
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J. y Li, W. (2005). Applied linear statistical models (5th ed.). McGraw-Hill.
- Ladd, C. C. y Foott, R. (1974). New design procedure for stability of soft clays. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, 100(7), 763–786.
- Lambe, T. W. y Whitman, R. V. (1969). Soil mechanics. John Wiley & Sons.
- Litherland, M., Aspden, J. A. y Jemielita, R. A. (1994). The metamorphic belts of Ecuador (Overseas Memoir 11). British Geological Survey.
- López Menardi, R. E. (2003). Determinación in situ de propiedades ingenieriles de los suelos y su relación con el ensayo normal de penetración. Universidad Tecnológica Nacional.
- Luzuriaga, [Nombre], Jaramillo, [Nombre], et al. (2023). [PENDIENTE: completar título, revista y DOI]. [Editorial/Revista].
- Mbarak, W. K., Cinicioglu, E. N. y Cinicioglu, O. (2020). SPT based undrained shear strength correlations for Holocene alluvial deposits. Arabian Journal of Geosciences, 13(5), 197. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-5208-z>
- Mitchell, J. K. y Soga, K. (2005). Fundamentals of soil behavior (3rd ed.). John Wiley & Sons.

- Montgomery, D. C., Peck, E. A. y Vining, G. G. (2012). Introduction to linear regression analysis (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Moore, D. S., McCabe, G. P. y Craig, B. A. (2012). Introduction to the practice of statistics (7th ed.). W. H. Freeman.
- Nassaji, F. y Kalantari, B. (2011). SPT capability to estimate undrained shear strength of fine-grained soils of Tehran, Iran. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 16, 1229–1238.
- Nixon, I. K. (1982). Standard penetration test: State of the art report. En *Proceedings of the 2nd European Symposium on Penetration Testing* (pp. 3–24). A.A. Balkema.
- Osman, B. H. (2023). Correlation of cohesion and friction angle based on SPT-N values: A comprehensive review. *Civil Engineering Beyond Limits*, 4(3), 1–9. <https://doi.org/10.36937/cebel.2023.1821>
- Phoon, K. K. y Kulhawy, F. H. (1999). Characterization of geotechnical variability. *Canadian Geotechnical Journal*, 36(4), 612–624. <https://doi.org/10.1139/t99-038>
- Reid, A. y Taylor, J. (2010). The misuse of SPTs in fine soils and the implications of Eurocode 7. *Ground Engineering*, 43, 28–31.
- Sanglerat, G. (1972). *The penetrometer and soil exploration*. Elsevier.
- Seed, H. B., Tokimatsu, K., Harder, L. F. y Chung, R. M. (1985). Influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, 111(12), 1425–1445.
- Shapiro, S. S. y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–611. <https://doi.org/10.2307/2333709>

- Sivrikaya, O. y Toğrol, E. (2006). Determination of undrained strength of fine-grained soils by means of SPT and its application in Turkey. *Engineering Geology*, 86(1), 52–69. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2006.05.002>
- Skempton, A. W. (1986). Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, aging and overconsolidation. *Géotechnique*, 36(3), 425–447. <https://doi.org/10.1680/geot.1986.36.3.425>
- Sowers, G. F. (1979). *Introductory soil mechanics and foundations: Geotechnical engineering* (4th ed.). Macmillan.
- Stroud, M. A. (1974). The standard penetration test in insensitive clays and soft rocks. En *Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing* (Vol. 2, pp. 367–375). ESOPT.
- Tan, J. J. y Ramli, H. (2023). Correlation of cohesion and friction angle based on SPT-N values. *Journal of Civil Engineering and Management*, 29(6), 501–515. <https://doi.org/10.3846/jcem.2023.18441>
- Terzaghi, K. y Peck, R. B. (1948). *Soil mechanics in engineering practice* (1.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Terzaghi, K. y Peck, R. B. (1967). *Soil mechanics in engineering practice* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. y Mesri, G. (1996). *Soil mechanics in engineering practice* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Tummalapalli, [Nombre]. (2025). [PENDIENTE: completar título completo, revista/editorial y DOI]. [Editorial/Revista].

- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.
- Vanmarcke, E. H. (1977). Probabilistic modeling of soil profiles. *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE*, 103(GT11), 1227–1246.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. y Ye, K. (2012). *Probability and statistics for engineers and scientists* (9th ed.). Pearson.
- White, F., Ingram, P., Nicholson, D., Stroud, M. y Betru, M. (2019). An update of the SPT–Cu relationship proposed by M. Stroud in 1974. En *Proceedings of the 17th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ECSMGE 2019)*. <https://doi.org/10.32075/17ECSMGE-2019-0500>
- Zhang, Z., Chen, Q. y Wang, J. (2019). Correlation between SPT blow counts and undrained shear strength for soft clays. *International Journal of Geomechanics*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GM.1943-5622.0001524](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0001524)

ANEXOS

ANEXOS 1

Anexo 1. Base de datos de ensayos SPT

ID Proyecto	Este	Norte	Elevación (msmm)	Desde (m)	Hasta (m)	Golpes 1	Golpes 2	Golpes 3	N SPT	N60	AASTHO	SUCS	Humedad (W%)	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice Plástico (IP)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	qu (kg/cm²)	qu (kPa)	Cu (kg/cm²)	Cu (kPa)
SPT-01	726582	9550216	951	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	1	1,5	2	3	3	6	5,7	A-6	CL	14,49	47	17	30	10	25	65	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	1,5	2	4	6	5	11	10,45	A-6	CL	14,49	47	17	30	10	25	65	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	2	2,5	5	4	5	9	8,55	A-4	ML	20,87	38	28	10	12	29	59	0,919	90,1	0,46	45,1
SPT-01	726582	9550216	951	2,5	3	7	4	9	13	12,35	A-4	ML	20,87	38	28	10	12	29	59	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	3	3,5	5	6	8	14	13,3	A-4	ML	14,65	39	28	11	20	27	53	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	3,5	4	6	6	5	11	10,45	A-4	ML	14,65	39	28	11	20	27	53	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	4	4,5	8	8	7	15	14,25	A-7-5	SC	19	53	32	21	18	31	51	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	4,5	5	5	5	6	11	10,45	A-7-5	SC	19	53	32	21	18	31	51	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	5	5,5	6	5	9	14	13,3	A-6	CL	20,72	47	31	16	9	23	68	-	-	-	-
SPT-01	726582	9550216	951	5,5	6	11	11	11	22	20,9	A-6	CL	20,72	47	31	16	9	23	68	-	-	-	-
SPT-02	726814	9550222	922	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-02	726814	9550222	922	1	2	3	4	5	9	8,55	A-4	ML	31.74	39	12	27	11	37	51	1,249	122,5	0,625	61,3
SPT-02	726814	9550222	922	2	3	3	4	5	9	8,55	A-5	ML	35.03	41	10	31	3	48	50	-	-	-	-
SPT-02	726814	9550222	922	3	4	4	4	5	9	8,55	A-4	ML	28.60	35	8	27	3	47	50	-	-	-	-
SPT-02	726814	9550222	922	4	5	9	11	12	23	21,85	A-4	ML	36.95	36	8	28	5	32	63	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	1	1,5	2	3	2	5	4,75	A-6	CL	27,42	36	24	12	-	44	56	0,596	58,4	0,298	29,2
SPT-03	731401	9553077	912	1,5	2	2	2	3	5	4,75	A-6	CL	27,42	36	24	12	-	44	56	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	2	2,5	7	8	9	17	16,15	A-6	CL	29,67	41	25	16	-	45	55	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	2,5	3	9	9	10	19	18,05	A-6	CL	29,67	41	25	16	-	45	55	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	3	3,5	10	9	11	20	19	A-6	CL	23	39	22	17	1	46	53	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	3,5	4	11	10	11	21	19,95	A-6	CL	23	39	22	17	1	46	53	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	4	4,5	5	7	9	16	15,2	A-6	CL	27,95	35	20	15	-	41	59	-	-	-	-

SPT-03	731401	9553077	912	4,5	5	8	10	8	18	17,1	A-6	CL	27,95	35	20	15	-	41	59	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	5	5,5	11	11	12	23	21,85	A-6	CL	33,56	38	24	14	-	44	56	-	-	-	-
SPT-03	731401	9553077	912	5,5	6	14	15	17	32	30,4	A-6	CL	33,56	38	24	14	-	44	56	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-04	728238	9551439	950	1	1,5	4	3	5	8	7,6	A-6	SC	25,41	27	10	17	10	50	41	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	1,5	2	4	3	4	7	6,65	A-6	SC	25,41	27	10	17	10	50	41	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	2	2,5	3	4	3	7	6,65	A-6	CL	32,23	31	11	21	2	27	71	0,574	56,3	0,287	28,1
SPT-04	728238	9551439	950	2,5	3	5	6	7	13	12,35	A-6	CL	32,23	31	11	21	2	27	71	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	3	3,5	8	10	10	20	19	A-6	CL	32,11	34	17	17	2	33	65	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	3,5	4	11	14	14	28	26,6	A-6	CL	32,11	34	17	17	2	33	65	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	4	4,5	10	8	7	15	14,25	A-6	CL	29,34	33	19	14	7	37	55	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	4,5	5	8	9	10	19	18,05	A-6	CL	29,34	33	19	14	7	37	55	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	5	5,5	9	9	10	19	18,05	A-6	SC	30,37	24	13	11	13	46	41	-	-	-	-
SPT-04	728238	9551439	950	5,5	6	11	10	8	18	17,1	A-6	SC	30,37	24	13	11	13	46	41	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-05	728386	9551462	937	1	1,5	10	11	14	25	23,75	A-7-6	SC	22,01	53	11	42	2	53	45	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	1,5	2	15	14	16	30	28,5	A-7-6	SC	22,01	53	11	42	2	53	45	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	2	2,5	9	10	12	22	20,9	A-6	CL	21,88	41	17	24	-	44	56	1,0952	107,4	0,5476	53,7
SPT-05	728386	9551462	937	2,5	3	13	15	14	29	27,55	A-6	CL	21,88	41	17	24	-	44	56	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	3	3,5	9	9	11	20	19	A-7-6	CH	24,49	55	11	44	1	45	54	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	3,5	4	14	15	17	32	30,4	A-7-6	CH	24,49	55	11	44	1	45	54	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	4	4,5	11	11	12	23	21,85	A-6	CL	34,08	43	13	30	-	40	60	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	4,5	5	11	15	15	30	28,5	A-6	CL	34,08	43	13	30	-	40	60	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	5	5,5	3	5	4	9	8,55	A-6	CL	46,18	46	13	33	2	32	66	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	5,5	6	6	6	4	10	9,5	A-6	CL	46,18	46	13	33	2	32	66	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	6	6,5	2	3	2	5	4,75	A-6	CL	46,62	44	12	32	3	39	58	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	6,5	7	2	4	3	7	6,65	A-6	CL	46,62	44	12	32	3	39	58	-	-	-	-

SPT-05	728386	9551462	937	7	7,5	7	4	5	9	8,55	A-6	SC	48,04	40	13	27	17	44	39	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	7,5	8	4	4	3	7	6,65	A-6	SC	48,04	40	13	27	17	44	39	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	8	8,5	6	8	5	13	12,35	A-6	CL	43,61	36	11	25	4	31	65	-	-	-	-
SPT-05	728386	9551462	937	8,5	9	4	4	5	9	8,55	A-6	CL	43,61	36	11	25	4	31	65	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	1	1,5	4	4	4	8	7,6	A-6	SC	35,22	39	16	23	1	51	48	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	1,5	2	4	4	3	7	6,65	A-6	SC	35,22	39	16	23	1	51	48	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	2	2,5	3	2	3	5	4,75	A-6	CL	49,62	49	19	30	-	27	73	0,5	49	0,25	24,5
SPT-06	728517	9551389	916	2,5	3	3	3	3	6	5,7	A-6	CL	49,62	49	19	30	-	27	73	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	3	3,5	4	2	2	4	3,8	A-6	CL	48,77	39	15	24	1	34	66	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	3,5	4	2	3	6	9	8,55	A-6	CL	48,77	39	15	24	1	34	66	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	4	4,5	3	3	4	7	6,65	A-6	CL	44,66	37	14	23	1	35	64	-	-	-	-
SPT-06	728517	9551389	916	4,5	5	4	5	7	12	11,4	A-6	CL	44,66	37	14	23	1	35	64	-	-	-	-
SPT-07	729105	9551711	942	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-07	729105	9551711	942	1	2	5	7	8	15	14,25	A-6	CL	25,45	48	23	25	-	43	56	0,94	92,2	0,47	46,1
SPT-07	729105	9551711	942	2	3	8	8	10	18	17,1	A-6	CL	26,61	47	21	26	-	47	53	-	-	-	-
SPT-07	729105	9551711	942	3	4	6	8	8	16	15,2	A-6	SC	27,93	38	23	15	1	54	46	-	-	-	-
SPT-07	729105	9551711	942	4	5	6	5	6	11	10,45	A-7-6	SC	31,9	49	24	25	-	52	448	-	-	-	-
SPT-07	729105	9551711	942	5	6	9	15	18	33	31,35	A-6	CL	25,29	39	17	22	-	49	51	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	1	1,5	4	5	5	10	9,5	A-6	CL	37,27	30	19	11	-	26	74	0,621	60,9	0,31	30,4
SPT-08	730464	9552201	924	1,5	2	6	7	7	14	13,3	A-6	CL	37,27	30	19	11	-	26	74	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	2	2,5	8	7	7	14	13,3	A-6	CL	36,24	39	24	15	-	22	78	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	2,5	3	8	7	8	15	14,25	A-6	CL	36,24	39	24	15	-	22	78	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	3	3,5	7	6	6	12	11,4	A-6	CL	35,68	35	22	13	-	24	76	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	3,5	4	6	5	5	10	9,5	A-6	CL	35,68	35	22	13	-	24	76	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	4	4,5	6	6	5	11	10,45	A-6	CL	37,54	37	16	21	-	25	75	-	-	-	-

SPT-08	730464	9552201	924	4,5	5	5	5	6	11	10,45	A-6	CL	37,54	37	16	21	-	25	75	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	5	5,5	6	4	6	10	9,5	A-6	CL	46,81	38	18	20	-	29	71	-	-	-	-
SPT-08	730464	9552201	924	5,5	6	6	6	6	12	11,4	A-6	CL	46,81	38	18	20	-	29	71	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	1	1,5	4	6	7	13	12,35	A-7-6	CH	23,51	63	18	45	-	33	67	0,64	62,8	0,32	31,4
SPT-09	730725	9552154	904	1,5	2	10	10	9	19	18,05	A-7-6	CH	23,51	63	18	45	-	33	67	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	2	2,5	4	17	11	28	26,6	A-6	CL	34,69	46	22	24	1	43	56	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	2,5	3	9	9	7	16	15,2	A-6	CL	34,69	46	22	24	1	43	56	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	3	3,5	5	4	5	9	8,55	A-2-6	SC	32,54	33	9	24	22	49	29	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	3,5	4	6	7	8	15	14,25	A-2-6	SC	32,54	33	9	24	22	49	29	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	4	4,5	6	6	6	12	11,4	A-6	SC	33,94	26	8	18	7	53	40	-	-	-	-
SPT-09	730725	9552154	904	4,5	5	9	9	10	19	18,05	A-6	SC	33,94	26	8	18	7	53	40	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	1	1,5	6	7	8	15	14,25	A-7-6	CH	24,96	50	12	38	1	28	71	0,71	69,6	0,36	35,3
SPT-10	730598	9552050	917	1,5	2	9	10	7	17	16,15	A-7-6	CH	24,96	50	12	38	1	28	71	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	2	2,5	7	7	8	15	14,25	A-6	CL	27,46	48	13	35	1	36	63	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	2,5	3	10	11	11	22	20,9	A-6	CL	27,46	48	13	35	1	36	63	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	3	3,5	11	11	10	21	19,95	A-7-6	CH	30,04	51	12	39	-	34	66	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	3,5	4	10	10	10	20	19	A-7-6	CH	30,04	51	12	39	-	34	66	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	4	4,5	6	6	8	14	13,3	A-7-6	CH	26,91	51	15	36	2	38	60	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	4,5	5	10	11	13	24	22,8	A-7-6	CH	26,91	51	15	36	2	38	60	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	5	5,5	10	10	11	21	19,95	A-6	CL	28,31	49	13	36	-	38	62	-	-	-	-
SPT-10	730598	9552050	917	5,5	6	11	11	11	22	20,9	A-6	CL	28,31	49	13	36	-	38	62	-	-	-	-
SPT-11	730886	9552012	897	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-11	730886	9552012	897	1	2	34	24	24	48	45,6	A-6	CL	20,23	44	20	24	-	47	53	-	-	-	-
SPT-11	730886	9552012	897	2	3	7	9	11	20	19	A-6	CL	27,88	34	13	21	-	47	53	1,01	99	0,51	50
SPT-11	730886	9552012	897	3	4	8	8	12	20	19	A-7-6	CH	25,82	51	25	26	-	29	71	1,19	116,7	0,6	58,8

SPT-11	730886	9552012	897	4	5	8	12	10	22	20,9	A-6	CL	23,17	45	16	28	6	44	50	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	1	1,5	1	1	1	2	1,9	A-6	CL	33,17	27	7	20	1	63	36	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	1,5	2	1	1	3	4	3,8	A-6	CL	33,17	27	7	20	1	63	36	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	2	2,5	3	3	3	6	5,7	A-6	CL	36,8	45	5	40	1	45	54	0,75	73,5	0,38	37,3
SPT-12	731511	9553169	922	2,5	3	4	4	5	9	8,55	A-6	CL	36,8	45	5	40	1	45	54	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	3	3,5	3	4	3	7	6,65	A-6	CL	27,26	45	10	35	3	30	67	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	3,5	4	4	5	6	11	10,45	A-6	CL	27,26	45	10	35	3	30	67	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	4	4,5	4	4	4	8	7,6	A-7-6	CH	43,94	54	4	50	1	32	67	-	-	-	-
SPT-12	731511	9553169	922	4,5	5	6	7	9	16	15,2	A-7-6	CH	43,94	54	4	50	1	32	67	-	-	-	-
SPT-13	731628	9552988	915	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-13	731628	9552988	915	1	2	6	5	6	11	10,45	A-5	ML	36,65	41	31	10	1	45	54	1,04	102	0,52	51
SPT-13	731628	9552988	915	2	3	6	6	6	12	11,4	A-5	ML	40,23	42	32	10	2	42	56	-	-	-	-
SPT-13	731628	9552988	915	3	4	15	11	6	17	16,15	A-5	ML	48,48	43	33	10	18	31	51	-	-	-	-
SPT-13	731628	9552988	915	4	5	6	5	6	11	10,45	-	GM	58,33	44	38	6	33	25	42	-	-	-	-
SPT-13	731628	9552988	915	5	6	5	7	9	16	15,2	A-5	ML	49,05	47	34	12	20	26	54	-	-	-	-
SPT-14	731537	9553720	922	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-14	731537	9553720	922	1	2	7	9	10	19	18,05	A-7-5	MH	42,27	60	41	19	-	23	77	1,44	141,2	0,72	70,6
SPT-14	731537	9553720	922	2	3	8	10	12	22	20,9	A-7-5	MH	40,86	61	44	17	-	14	86	-	-	-	-
SPT-14	731537	9553720	922	3	4	8	8	7	15	14,25	A-7-5	MH	36,79	61	38	23	-	14	86	-	-	-	-
SPT-14	731537	9553720	922	4	5	5	5	6	11	10,45	A-7-5	MH	48,37	59	39	19	-	28	72	-	-	-	-
SPT-15	731557	9552570	914	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-15	731557	9552570	914	1	2	3	3	2	5	4,75	A-4	ML	21,49	35	26	9	-	46	54	0,15	14,7	0,08	7,8
SPT-15	731557	9552570	914	2	3	3	2	4	6	5,7	A-4	ML	19,13	32	24	8	2	48	50	-	-	-	-
SPT-15	731557	9552570	914	3	4	5	5	5	10	9,5	A-4	ML	26,39	33	25	8	16	32	52	-	-	-	-
SPT-15	731557	9552570	914	4	5	7	7	6	13	12,35	A-5	SM	49,05	47	34	13	21	30	49	-	-	-	-
SPT-15	731557	9552570	914	5	6	7	7	6	13	12,35	A-2-5	SM	36,65	41	31	10	32	37	31	-	-	-	-

SPT-16	729396	9551708	972	0	1	-	-	-	-	-	A-6	CL	35,32	33	10	23	4	41	55	-	-	-	-
SPT-16	729396	9551708	972	1	2	2	2	3	5	4,75	A-6	CL	26,92	34	11	23	-	42	58	-	-	-	-
SPT-16	729396	9551708	972	2	3	3	3	2	5	4,75	A-6	CL	29,69	31	9	22	2	48	50	0,972	95,3	0,486	47,7
SPT-16	729396	9551708	972	3	4	4	4	3	7	6,65	A-6	CL	30,8	28	7	21	1	57	43	-	-	-	-
SPT-16	729396	9551708	972	4	5	5	4	5	9	8,55	A-7-6	SC	30,8	54	26	28	6	32	62	-	-	-	-
SPT-17	729960	9552080	913	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-17	729960	9552080	913	1	2	3	2	2	4	3,8	A-6	CL	46,69	33	9	24	-	47	52	-	-	-	-
SPT-17	729960	9552080	913	2	3	2	2	1	3	2,85	A-6	CL	46,69	30	16	14	-	51	49	0,902	88,5	0,451	44,2
SPT-17	729960	9552080	913	3	4	2	2	1	3	2,85	A-7-6	SC	44,68	43	11	32	2	55	42	-	-	-	-
SPT-17	729960	9552080	913	4	5	2	2	3	5	4,75	A-2-7	SC	44,68	43	11	32	-	65	35	-	-	-	-
SPT-17	729960	9552080	913	5	6	2	2	3	5	4,75	A-2-6	SC	42,48	34	13	21	-	71	29	-	-	-	-
SPT-18	729930	9550479	908	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-18	729930	9550479	908	1	1,5	5	5	8	13	12,35	A-6	CL	26,97	28	14	14	1	45	55	-	-	-	-
SPT-18	729930	9550479	908	1,5	2	8	20	28	48	45,6	A-6	CL	26,97	28	14	14	1	45	55	-	-	-	-
SPT-18	729930	9550479	908	2	2,5	6	6	8	14	13,3	A-6	CL	27,03	37	11	26	1	45	55	1,015	99,5	0,507	49,7
SPT-18	729930	9550479	908	2,5	3	20	8	38	46	43,7	A-6	CL	27,03	37	11	26	1	45	55	-	-	-	-
SPT-19	727863	9549391	926	0	1	5	4	5	9	8,55	A-4	ML	30,07	35	11	24	11	38	51	-	-	-	-
SPT-19	727863	9549391	926	1	2	6	7	7	14	13,3	A-4	ML	26,55	36	12	24	7	40	52	1,014	99,4	0,507	49,7
SPT-19	727863	9549391	926	2	3	11	10	9	19	18,05	A-4	ML	30,81	35	9	26	5	42	53	-	-	-	-
SPT-19	727863	9549391	926	3	4	6	3	9	12	11,4	A-4	ML	34,22	34	7	27	2	39	59	-	-	-	-
SPT-19	727863	9549391	926	4	5	12	13	12	25	23,75	A-4	ML	34,38	37	11	26	4	41	55	-	-	-	-
SPT-20	727891	9549348	928	0	1	4	3	3	6	5,7	A-4	ML	39,62	36	10	26	14	34	51	-	-	-	-
SPT-20	727891	9549348	928	1	2	2	2	3	5	4,75	A-4	ML	44,8	33	9	24	5	35	60	-	-	-	-
SPT-20	727891	9549348	928	2	3	4	4	5	9	8,55	A-4	ML	46,33	39	12	27	4	34	62	1,351	132,5	0,675	66,2
SPT-20	727891	9549348	928	3	4	25	16	8	24	22,8	A-4	ML	52,06	35	10	25	2	41	57	-	-	-	-
SPT-20	727891	9549348	928	4	5	10	13	13	26	24,7	A-4	ML	37,74	37	11	26	1	32	67	-	-	-	-
SPT-21	726007	9550878	959	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT-21	726007	9550878	959	1	2	2	2	1	3	2,85	A-2-6	SC	23,68	26	19	7	8	63	29	-	-	-	-
SPT-21	726007	9550878	959	2	3	3	3	5	8	7,6	A-7-6	SC	31,35	45	18	27	1	53	46	-	-	-	-
SPT-21	726007	9550878	959	3	4	7	5	5	10	9,5	A-2-6	SC	35,45	28	9	19	22	55	22	-	-	-	-
SPT-21	726007	9550878	959	4	5	4	34	6	40	38	A-6	SC	32,62	39	8	31	2	52	46	-	-	-	-
SPT-22	730019	9551806	905	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-22	730019	9551806	905	1	2	8	6	3	9	8,55	-	GM	16,69	-	-	-	52	32	16	-	-	-	-
SPT-22	730019	9551806	905	2	3	5	6	5	11	10,45	A-2-6	SC	25,24	28	22	6	26	50	24	-	-	-	-
SPT-22	730019	9551806	905	3	4	4	5	4	9	8,55	A-2-6	SC	23,68	26	19	7	8	63	29	-	-	-	-
SPT-22	730019	9551806	905	4	5	7	14	8	22	20,9	A-2-6	SC	34,56	28	22	6	29	56	15	-	-	-	-
SPT-22	730019	9551806	905	5	6	9	11	9	20	19	A-1-b	SM	34,01	26	22	3	33	54	13	-	-	-	-
SPT-23	727445	9549889	936	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-23	727445	9549889	936	1	2	7	8	8	16	15,2	A-6	SC	26,11	38	14	24	2	55	44	-	-	-	-
SPT-23	727445	9549889	936	2	3	5	5	7	12	11,4	A-6	SC	29,65	38	17	21	2	54	44	-	-	-	-
SPT-23	727445	9549889	936	3	4	10	9	8	17	16,15	A-7-6	SC	31,35	45	18	27	1	53	46	-	-	-	-
SPT-24	727166	9550171	915	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-24	727166	9550171	915	1	2	4	3	3	6	5,7	A-6	SC	22,84	38	7	31	1	59	40	-	-	-	-
SPT-24	727166	9550171	915	2	3	1	1	1	2	1,9	A-6	SC	32,62	39	8	31	2	52	46	-	-	-	-
SPT-24	727166	9550171	915	3	4	2	2	1	3	2,85	A-6	SC	33,77	30	10	20	7	52	42	-	-	-	-
SPT-24	727166	9550171	915	4	5	20	20	21	41	38,95	A-2-6	SC	35,45	28	9	19	22	55	22	-	-	-	-
SPT-25	725988	9550880	960	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-25	725988	9550880	960	1	2	9	10	5	15	14,25	A-2-6	SC	18,9	21	12	9	27	56	17	-	-	-	-
SPT-25	725988	9550880	960	2	3	10	9	5	14	13,3	A-2-6	SC	23,98	26	18	8	22	52	26	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-26	726897	9549888	947	1	2	3	2	2	4	3,8	A-2-6	SC	14,35	30	13	17	19	62	19	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	2	3	2	1	1	2	1,9	A-2-6	SC	19,75	33	12	21	7	64	29	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	3	4	1	1	1	2	1,9	A-2-6	SC	21,4	30	12	17	16	60	23	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	4	5	2	2	2	4	3,8	A-2-6	SC	24,03	27	14	13	4	64	32	-	-	-	-

SPT-26	726897	9549888	947	5	6	1	2	2	4	3,8	A-2-6	SC	26,6	35	11	24	5	62	33	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	6	7	2	2	1	3	2,85	A-2-7	SC	29,39	41	13	0,28	6	60	34	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	7	8	2	2	2	4	3,8	A-2-6	SC	23,21	30	9	22	4	65	31	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	8	9	1	2	2	4	3,8	A-2-6	SC	24,19	39	13	26	2	66	33	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	9	10	3	3	4	7	6,65	A-2-6	SC	23,14	27	12	15	4	64	33	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	10	11	2	2	1	3	2,85	A-2-6	SC	23,44	32	12	20	3	65	30	-	-	-	-
SPT-26	726897	9549888	947	11	12	2	3	4	7	6,65	A-7-6	SC	26,64	42	17	25	1	55	44	-	-	-	-
SPT-27	733781	9555028	882	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-27	733781	9555028	882	1	2	4	3	4	7	6,65	A-2-6	SC	16,87	23	19	4	4	89	7	-	-	-	-
SPT-27	733781	9555028	882	2	3	4	4	5	9	8,55	A-2-6	SC	34,62	26	22	4	-	90	10	-	-	-	-
SPT-27	733781	9555028	882	3	4	3	3	3	6	5,7	A-1-b	SM	27,62	26	22	4	1	92	8	-	-	-	-
SPT-27	733781	9555028	882	4	5	5	20	27	47	44,65	A-3	SP	26,36	-	-	-	15	82	4	-	-	-	-
SPT-27	733781	9555028	882	5	6	18	20	28	48	45,6	A-3	SP	30,37	-	-	-	15	80	5	-	-	-	-
SPT-28	727221	9550415	902	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-28	727181	9550387	902	1	2	2	2	3	5	4,75	A-2-6	SC	22,67	23	8	14	12	64	23	-	-	-	-
SPT-28	727181	9550387	902	2	3	7	6	3	9	8,55	A-4	SM	25,62	-	-	-	6	53	41	-	-	-	-
SPT-28	727181	9550387	902	3	4	24	22	27	49	46,55	-	GM	11,74	-	-	-	49	45	5	-	-	-	-
SPT-29	727199	9550413	902	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-29	727199	9550413	902	1	2	5	5	4	9	8,55	A-1-b	SM	13,63	-	-	-	14	61	25	-	-	-	-
SPT-29	727199	9550413	902	2	3	9	33	18	51	48,45	A-1-b	SM	12,13	-	-	-	18	68	14	-	-	-	-
SPT-30	727181	9550387	903	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-30	727181	9550387	903	1	2	5	5	6	11	10,45	A-2-6	SC	9,79	19	8	11	5	74	21	-	-	-	-
SPT-30	727181	9550387	903	2	3	33	30	37	67	63,65	-	GP	5,19	-	-	-	57	40	2	-	-	-	-
SPT-31	727285	9550264	907	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-31	727285	9550264	907	1	2	8	7	6	13	12,35	A-2-6	SC	21,01	26	10	16	15	74	11	-	-	-	-
SPT-31	727285	9550264	907	2	3	4	2	2	4	3,8	A-2-6	SC	28,98	25	9	16	18	75	7	-	-	-	-
SPT-31	727285	9550264	907	3	4	4	4	4	8	7,6	A-2-6	SC	33,61	33	12	21	10	81	9	-	-	-	-

SPT-31	727285	9550264	907	4	5	6	6	6	12	11,4	A-2-6	SC	24,93	22	10	12	8	70	22	-	-	-	-
SPT-31	727285	9550264	907	5	6	5	7	6	13	12,35	A-1-b	SM	33,86	-	-	-	5	87	8	-	-	-	-
SPT-32	727288	9550268	907	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-32	727288	9550268	907	1	2	3	4	4	8	7,6	A-2-6	SC	23,6	27	11	16	25	69	6	-	-	-	-
SPT-32	727288	9550268	907	2	3	3	4	3	7	6,65	A-2-6	SC	27,83	27	11	16	30	63	7	-	-	-	-
SPT-32	727288	9550268	907	3	4	5	4	4	8	7,6	A-2-6	SC	29,3	29	14	15	4	88	8	-	-	-	-
SPT-32	727288	9550268	907	4	5	4	3	5	8	7,6	A-3	SP	29,15	-	-	-	7	89	5	-	-	-	-
SPT-32	727288	9550268	907	5	6	6	3	5	8	7,6	A-3	SP	23,4	-	-	-	16	80	5	-	-	-	-
SPT-33	727291	9550273	906	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-33	727291	9550273	906	1	2	1	2	2	4	3,8	A-1-b	SM	26,99	-	-	-	15	78	7	-	-	-	-
SPT-33	727291	9550273	906	2	3	2	2	2	4	3,8	A-1-b	SM	27,8	-	-	-	5	90	6	-	-	-	-
SPT-33	727291	9550273	906	3	4	2	4	11	15	14,25	A-1-b	SM	30,67	-	-	-	23	71	6	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-34	727774	9552520	885	1	2	3	2	2	4	3,8	A-6	SC	29,07	22	8	14	-	60	39	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	2	3	5	5	5	10	9,5	A-2-7	SW	25,99	-	-	-	2	98	-	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	3	4	6	7	7	14	13,3	A-1-b	SM	28,16	-	-	-	1	75	24	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	4	5	12	14	15	29	27,55	A-2-7	SW	24,1	-	-	-	14	86	-	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	5	6	4	2	3	5	4,75	A-1-b	SM	28,26	-	-	-	-	86	14	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	6	7	4	5	9	14	13,3	A-2-4	SP	27	-	-	-	-	81	18	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	7	8	10	9	11	20	19	A-2-4	SP	27,59	-	-	-	2	67	31	-	-	-	-
SPT-34	727774	9552520	885	8	9	13	13	16	29	27,55	A-2-4	SP	30,28	-	-	-	1	79	19	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-35	727761	9552511	886	1	2	1	3	4	7	6,65	A-2-6	SC	30,87	27	15	12	1	64	35	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	2	3	4	3	4	7	6,65	A-2-4	SM	27,03	-	-	-	1	68	31	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	3	4	4	5	5	10	9,5	A-2-4	SM	26,75	-	-	-	1	73	26	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	4	5	6	7	9	16	15,2	A-6	SC	29,01	25	10	15	6	56	39	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	5	6	17	18	15	33	31,35	A-1-b	SM	21,13	-	-	-	-	79	21	-	-	-	-

SPT-35	727761	9552511	886	6	7	9	6	5	11	10,45	A-1-b	SM	27,74	-	-	-	-	88	12	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	7	8	8	10	10	20	19	A-1-b	SM	27,22	-	-	-	3	74	23	-	-	-	-
SPT-35	727761	9552511	886	8	9	13	15	14	29	27,55	A-1-b	SM	26,12	-	-	-	3	82	15	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-36	727757	9552529	886	1	2	2	1	1	2	1,9	A-2-4	SM	30,87	-	-	-	3	71	26	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	2	3	3	2	4	6	5,7	A-2-4	SM	30,42	-	-	-	1	68	31	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	3	4	10	11	12	23	21,85	A-1-b	SM	22,36	-	-	-	16	72	12	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	4	5	10	11	13	24	22,8	A-1-b	SM	20,1	-	-	-	3	84	12	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	5	6	10	10	10	20	19	A-1-b	SM	27,38	-	-	-	4	87	9	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	6	7	11	13	10	23	21,85	A-1-b	SM	30,72	-	-	-	6	83	11	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	7	8	9	8	11	19	18,05	A-1-b	SM	29,09	-	-	-	8	85	7	-	-	-	-
SPT-36	727757	9552529	886	8	9	11	12	11	23	21,85	A-1-b	SM	33,94	-	-	-	5	83	12	-	-	-	-
SPT-37	731511	9553169	922	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-37	731511	9553169	922	1	2	1	1	3	4	3,8	A-6	CL	33,17	27	7	20	1	63	36	-	-	-	-
SPT-37	731511	9553169	922	2	3	4	4	5	9	8,55	A-6	CL	36,8	45	6	40	1	44	54	-	-	-	-
SPT-37	731511	9553169	922	3	4	4	5	6	11	10,45	A-6	CL	27,26	45	10	35	3	30	67	-	-	-	-
SPT-37	731511	9553169	922	4	5	6	7	9	16	15,2	A-7-6	CH	43,94	54	4	50	1	32	67	-	-	-	-
SPT-38	729134	9551399	900	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-38	729134	9551399	900	1	2	2	3	4	7	6,65	A-6	SC	32,48	29	14	15	9	55	36	-	-	-	-
SPT-38	729134	9551399	900	2	3	2	2	2	4	3,8	A-6	SC	28,48	28	13	15	12	52	36	-	-	-	-
SPT-39	726816	9550273	929	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-39	726816	9550273	929	1	2	4	6	8	14	13,3	A-6	CL	32,18	40	18	22	7	26	67	-	-	-	-
SPT-39	726816	9550273	929	2	3	11	9	15	24	22,8	A-6	CL	34,1	32	14	18	9	41	50	-	-	-	-
SPT-39	726816	9550273	929	3	4	14	14	13	27	25,65	A-6	SC	34,2	32	14	18	19	37	44	-	-	-	-
SPT-40	730849	9552222	901	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-40	730849	9552222	901	1	2	4	4	5	9	8,55	A-6	SC	24,8	32	8	24	6	53	41	-	-	-	-
SPT-40	730849	9552222	901	2	3	8	10	10	20	19	A-2-6	SC	24,14	26	8	18	24	57	19	-	-	-	-

SPT-40	730849	9552222	901	3	4	4	7	7	14	13,3	A-2-6	SC	30,04	26	8	18	36	55	10	-	-	-	-
SPT-40	730849	9552222	901	4	5	11	39	19	58	55,1	A-2-6	SC	29,08	28	8	20	20	61	19	-	-	-	-
SPT-40	730849	9552222	901	5	6	6	7	13	20	19	A-2-6	SC	34,89	33	9	24	16	54	30	-	-	-	-
SPT-41	726594	9550533	930	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-41	726594	9550533	930	1	2	4	4	3	7	6,65	A-2-6	SC	16,63	26	14	12	8	61	31	-	-	-	-
SPT-41	726594	9550533	930	2	3	4	5	6	11	10,45	A-2-6	SC	16,24	26	9	17	4	68	28	-	-	-	-
SPT-41	726594	9550533	930	3	4	7	7	6	13	12,35	A-2-6	SC	18,27	38	9	29	31	58	11	-	-	-	-
SPT-41	726594	9550533	930	4	5	6	7	7	14	13,3	A-2-6	SC	22,58	31	7	24	4	85	10	-	-	-	-
SPT-42	729433	9551532	912	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-42	729433	9551532	912	1	2	3	3	4	7	6,65	A-7-6	SC	29,6	41	16	25	8	47	45	-	-	-	-
SPT-42	729433	9551532	912	2	3	7	5	5	10	9,5	A-6	CL	30,98	34	13	21	1	47	52	-	-	-	-
SPT-42	729433	9551532	912	3	4	6	6	7	13	12,35	A-6	CL	39,49	41	11	30	7	40	54	-	-	-	-
SPT-42	729433	9551532	912	4	5	5	4	6	10	9,5	A-6	SC	35,54	40	11	29	8	45	46	-	-	-	-
SPT-42	729433	9551532	912	5	6	9	8	8	16	15,2	A-2-6	SC	31,51	34	13	21	3	83	14	-	-	-	-
SPT-43	729433	9551521	910	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-43	729433	9551521	910	1	2	3	2	2	4	3,8	A-6	SC	24,51	38	12	26	101	54	36	-	-	-	-
SPT-43	729433	9551521	910	2	3	4	3	3	6	5,7	A-2-6	SC	20,8	34	11	23	19	57	24	-	-	-	-
SPT-43	729433	9551521	910	3	4	6	7	7	14	13,3	A-2-6	SC	24,57	27	9	18	4	82	14	-	-	-	-
SPT-43	729433	9551521	910	4	5	5	6	10	16	15,2	A-2-6	SC	25,24	27	8	19	8	80	12	-	-	-	-
SPT-43	729433	9551521	910	5	6	9	11	12	23	21,85	A-2-6	SC	27,26	29	8	21	4	87	9	-	-	-	-
SPT-44	727600	9550180	900	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-44	727600	9550180	900	1	2	15	14	13	27	25,65	A-6	SC	9,56	25	12	13	16	40	43	-	-	-	-
SPT-44	727600	9550180	900	2	3	24	13	13	26	24,7	A-2-6	SC	20,56	35	19	16	40	46	14	-	-	-	-
SPT-45	733996	9555208	977	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-45	733996	9555208	977	1	2	5	6	6	12	11,4	A-1-b	SM	14	-	-	-	1	79	20	-	-	-	-
SPT-45	733996	9555208	977	2	3	5	4	4	8	7,6	A-4	SM	40,73	-	-	-	-	52	48	-	-	-	-
SPT-45	733996	9555208	977	3	4	4	2	4	6	5,7	A-2-4	SM	30,45	-	-	-	-	73	27	-	-	-	-

SPT-46	727316	9550218	911	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-46	727316	9550218	911	1	2	4	4	4	8	7,6	A-6	SC	39,53	32	20	12	8	50	42	-	-	-	-
SPT-46	727316	9550218	911	2	3	2	3	2	5	4,75	A-4	SM	27,71	29	24	5	8	55	37	-	-	-	-
SPT-46	727316	9550218	911	3	4	6	7	10	17	16,15	A-4	SM	27,49	28	22	6	7	53	40	-	-	-	-
SPT-46	727316	9550218	911	4	5	9	14	15	29	27,55	A-4	SM	25,45	28	23	5	6	50	44	-	-	-	-
SPT-46	727316	9550218	911	5	6	7	7	7	14	13,3	A-4	SM	26,11	28	23	5	10	49	41	-	-	-	-
SPT-47	726918	9550029	944	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-47	726918	9550029	944	1	2	2	2	1	3	2,85	A-1-b	SM	22,15	-	-	-	7	73	20	-	-	-	-
SPT-47	726918	9550029	944	2	3	4	3	1	4	3,8	A-1-b	SM	17,5	-	-	-	5	81	13	-	-	-	-
SPT-47	726918	9550029	944	3	4	4	4	1	5	4,75	A-1-b	SM	21,61	24	21	3	15	70	15	-	-	-	-
SPT-47	726918	9550029	944	4	5	2	2	2	4	3,8	A-2-4	SM	21,5	25	23	2	3	68	29	-	-	-	-
SPT-47	726918	9550029	944	5	6	6	4	4	8	7,6	A-2-4	SM	24,38	26	22	4	5	63	32	-	-	-	-
SPT-48	726928	9550031	946	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-48	726928	9550031	946	1	2	1	1	1	2	1,9	A-2-6	SC	18,99	37	9	28	5	60	34	-	-	-	-
SPT-48	726928	9550031	946	2	3	2	1	1	2	1,9	A-2-6	SC	24,51	35	10	24	6	64	30	-	-	-	-
SPT-48	726928	9550031	946	3	4	1	1	3	4	3,8	A-2-4	SM	19,37	27	23	4	4	65	31	-	-	-	-
SPT-48	726928	9550031	946	4	5	2	2	3	5	4,75	A-2-4	SM	28,7	28	23	5	2	68	29	-	-	-	-
SPT-48	726928	9550031	946	5	6	4	6	6	12	11,4	A-1-b	SM	21,99	25	22	3	10	70	20	-	-	-	-
SPT-49	726694	9550082	945	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-49	726694	9550082	945	1	2	4	3	4	7	6,65	A-2-6	SC	20,48	40	11	29	3	65	31	-	-	-	-
SPT-49	726694	9550082	945	2	3	27	24	12	36	34,2	A-6	SC	24,63	39	15	25	1	57	42	-	-	-	-
SPT-49	726694	9550082	945	3	4	5	4	3	7	6,65	A-7-6	SC	27,17	47	12	35	7	56	36	-	-	-	-
SPT-49	726694	9550082	945	4	5	5	6	7	13	12,35	A-2-7	SC	28,57	51	11	39	8	59	34	-	-	-	-
SPT-49	726694	9550082	945	5	6	7	10	12	22	20,9	A-2-7	SC	28,73	52	11	40	6	61	33	-	-	-	-
SPT-50	730436	9551550	893	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SPT-50	730436	9551550	893	1	2	1	1	1	2	1,9	A-6	SC	34,88	22	8	14	-	58	42	-	-	-	-
SPT-50	730436	9551550	893	2	3	1	2	8	10	9,5	A-2-4	SM	34,59	-	-	-	4	65	31	-	-	-	-

SPT-50	730436	9551550	893	3	4	19	20	16	36	34,2	A-1-b	SM	28,49	-	-	-	39	53	9	-	-	-	-
SPT-51	726959	9550292	912	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT-51	726959	9550292	912	1	2	1	1	1	2	1,9	A-2-6	SC	28,58	32	13	19	20	59	21	-	-	-	-
SPT-51	726959	9550292	912	2	3	2	5	4	9	8,55	A-2-6	SC	29,65	33	17	16	32	51	17	-	-	-	-
SPT-51	726959	9550292	912	3	4	1	2	1	3	2,85	A-2-7	SC	28,94	41	13	28	21	48	31	-	-	-	-
SPT-51	726959	9550292	912	4	5	3	3	2	5	4,75	A-2-6	SC	38,03	38	18	20	20	48	31	-	-	-	-
SPT-51	726959	9550292	912	5	6	3	4	8	12	11,4	A-2-7	SC	35,31	43	22	21	27	42	31	-	-	-	-

ANEXOS 2

Anexo 2. Resultados de ensayos SPT

SPT-01

	CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCIÓN	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA -MINAS - GEOTECNIA			
REGISTRO DE SONDEOS							
PROYECTO:		"CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA EN EL BARRIO 2 DE NOVIEMBRE, PARROQUIA ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"					
LOCALIZACIÓN:		Barrio 2 de Noviembre, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe		PROFUNDIDAD:	0 m - 6 m		
POZO N°		1	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines			
ENSAYADO POR:		Ing. Alex Figueroa	FECHA DE ENSAYO:	Julio 2023			
SOLICITA:		GAD Municipal de Zamora	EQUIPO:	SPT			
COORDENADAS:				X	726582		
				Y	9550226		
				Z	951		
PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0,50					Suelo natural =1.00 m		
1,00		0,00					
1,50	2,00	6,00			Suelo: Arcillas de Mediana Plasticidad Contenido de Humedad: 14.49% LL: 47 IP: 30 % Grava: 10 % Arena: 25 % Fino: 65		
	3,00						
	3,00						
2,00	4,00	11,00		CL			
	6,00						
	5,00						
2,50	5,00	9,00			Suelo: Limos de mediana plasticidad Contenido de Humedad: 20.87% LL: 38 IP: 10		
	4,00						
	5,00						
3,00	9,00	13,00		ML	% Grava: 12 % Arena: 29 % Fino: 59		
3,50	5,00	14,00			Suelo: Limos de mediana plasticidad Contenido de Humedad: 14.65% LL: 39 IP: 11		
	6,00						
	8,00						
4,00	6,00	11,00		ML	% Grava: 20 % Arena: 27		
	6,00						
	5,00						
4,50	8,00	15,00			Suelo: Arenas Arcillosas Contenido de Humedad: 19% LL: 53 IP: 21		
	8,00						
	7,00						
5,00	5,00	11,00		SC	% Grava: 18 % Arena: 31 % Fino: 51		
	5,00						
	6,00						
5,50	6,00	14,00			Suelo: Arcillas de Mediana Plasticidad Contenido de Humedad: 20.72% LL: 47 IP: 16		
	5,00						
	9,00						
6,00	11,00	22,00		CL	% Grava: 9 % Arena: 23 % Fino: 68		
	11,00						
	11,00						

Juan Pablo Paladines B.
 INGENIERO EN CONSULTORIA
 REG. SUPLENTE N° 1510-15106
 CUI: 0079956482

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

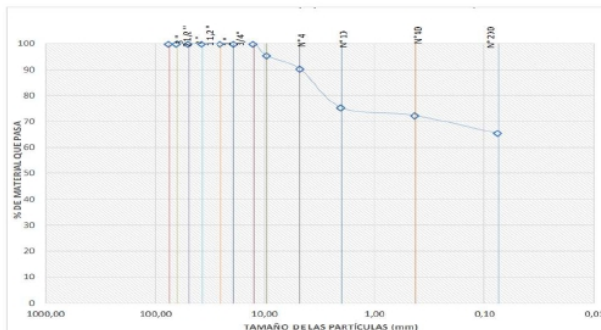


CLASIFICACION DE SUELOS

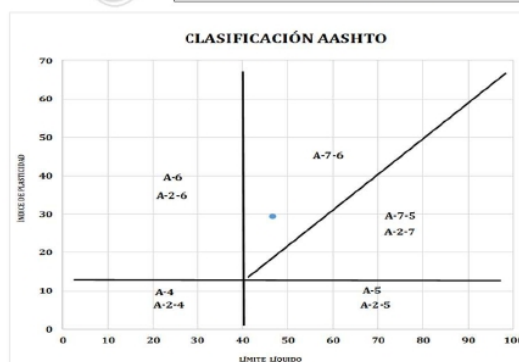
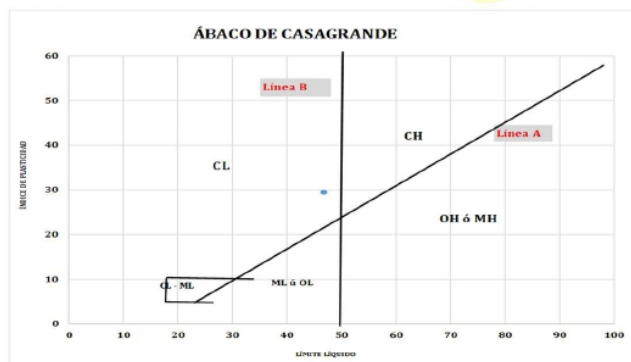
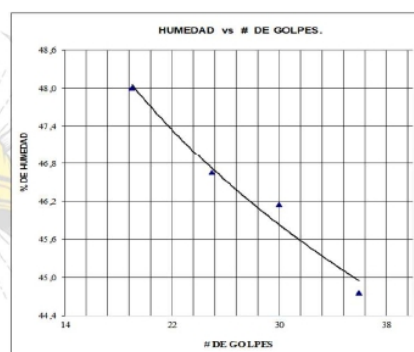


PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA EN EL BARRIO 2 DE NOVIEMBRE, PARROQUIA ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		PARROQUIA	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m	
	Zamora Chinchipe		Centinela del Cóndor		ZUMBI			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	1	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Municipio de Zamora					726582	9550216	951

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	23,58	23,58	4,7	95,3
N°4	25,53	49,11	9,8	90,2
FONDO	450,89	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	81,75	81,75	14,7	75,4
N°40	17,30	99,05	17,86	72,3
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	38,11	137,16	24,7	65,44
FONDO	362,84	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		500,00	ANTES DE LAVAR	500,00



LIMITES DE ATTERBERG						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
1	----	125,47	114,59	45,12	15,66	14,49
2	----	134,26	123,89	46,08	13,33	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	19	38,45	31,37	16,62	48,00	46,72
2	25	39,11	31,94	16,57	46,65	
3	30	40,19	32,00	16,34	40,14	
4	36	40,88	33,42	16,75	44,75	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	----	12,57	12,12	9,45	16,85	17,19
B	----	12,12	11,71	9,37	17,52	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	10 %	SUCS			CL	
ARENA	25 %	LIMITE LIQUIDO:			47 %	
FINOS	65 %	LIMITE PLASTICO:			17 %	
AASTHO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			30 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

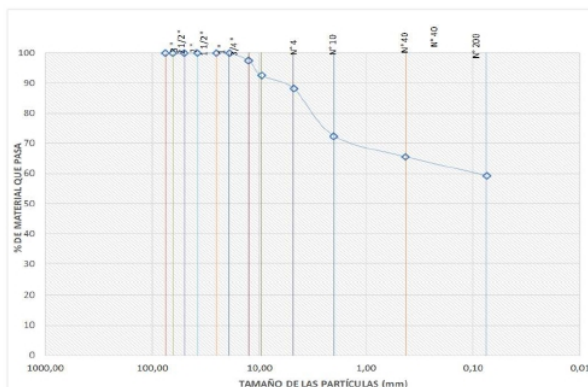


CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA EN EL BARRIO 2 DE NOVIEMBRE, PARROQUIA ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA			CANTÓN		PARROQUIA	PROFUNDIDAD	2.50 m - 3.00 m	
	Zamora Chirchipe			Zamora		Zamora			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA		2	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Municipio de Zamora						726582	9550216	951

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	12.98	12.98	2.6	97.4
3/8"	24.13	37.11	7.4	92.6
N°4	22.14	59.25	11.9	88.2
FONDO	440.75	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	88.97	88.97	15.7	72.5
N°40	39.50	128.47	22.65	65.5
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	34.98	163.45	28.8	59.33
FONDO	336.55	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		500.00	ANTES DE LAVAR	500.00

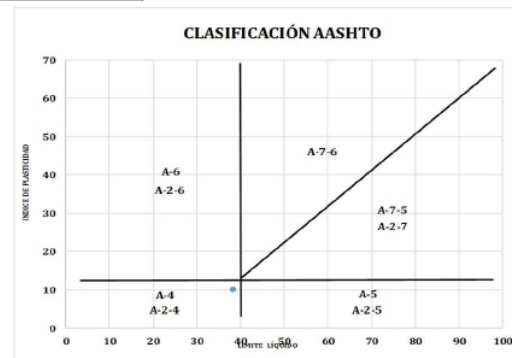
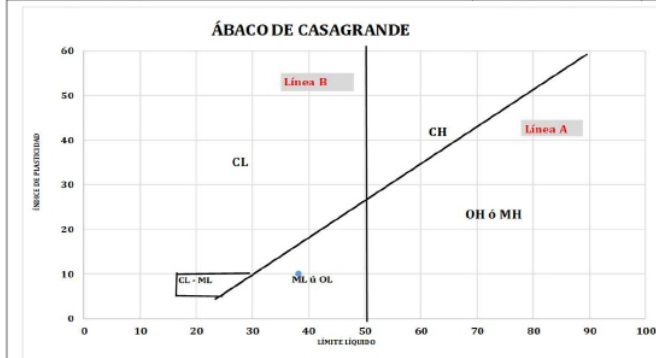
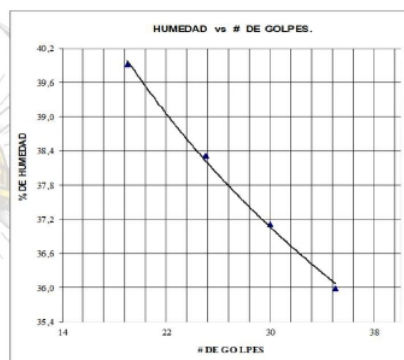


LIMITES DE ATTERBERG						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
3	---	123.54	110.24	46.54	20.88	20,87
4	---	114.29	102.35	45.11	20.86	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
5	19	41.19	34.18	16.62	39.92	38,23
6	25	38.75	32.57	16.44	38.31	
7	30	40.18	33.71	16.28	37.12	
8	35	38.11	32.33	16.27	35.99	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
C	---	12.19	11.6	9.45	27.44	28,06
D	---	10.97	10.6	9.31	28.68	

CLASIFICACIÓN			
GRAVA	12 %	SUCS	ML
ARENA	29 %	LIMITE LIQUIDO:	38 %
FINOS	59 %	LIMITE PLASTICO:	28 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	10 %



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL-CONSTRUCTOR
REG. SUCS: 1851-2016-1751039
CUI: 0979554483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

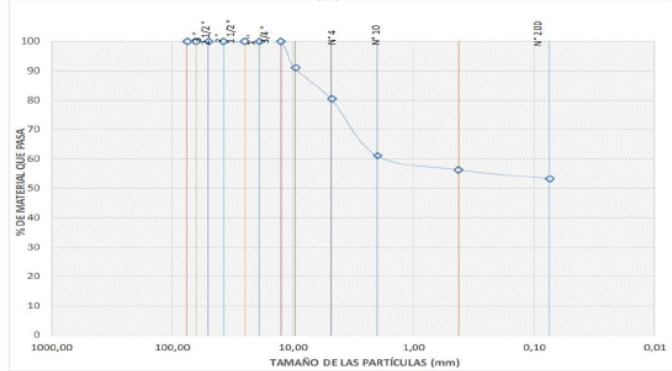


CLASIFICACION DE SUELOS

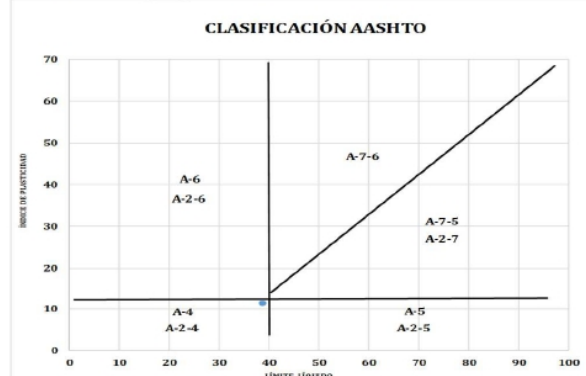
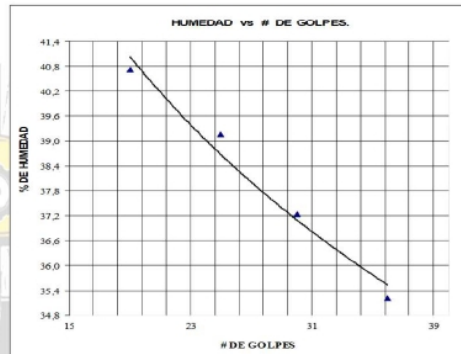


PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA EN EL BARRIO 2 DE NOVIEMBRE, PARROQUIA ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		PARROQUIA	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y
SOLICITA	Municipio de Zamora						726582	9550216

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULA	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	45,19	45,19	9,0	91,0
Nº4	53,35	98,54	19,7	80,3
FONDO	401,46	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	119,57	119,57	19,20	61,1
Nº40	30,18	149,75	24,05	56,2
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	18,80	168,55	27,07	53,23
FONDO	331,45	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	500,00	ANTES DE LAVAR	500,00	



LIMITES DE ATTERBERG						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	125,48	115,29	45,12	14,52	14,65
6	----	120,44	110,24	41,19	14,77	
LÍMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
9	19	41,25	34,12	16,61	40,72	38,67
10	25	40,28	33,61	16,58	39,17	
11	30	38,77	32,71	16,44	37,25	
12	36	39,05	33,12	16,28	35,21	
LÍMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
E	----	13,24	12,41	9,41	27,67	27,23
F	----	12,54	11,87	9,37	26,80	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	20 %	SUCS			ML	
ARENA	27 %	LÍMITE LIQUIDO:			39 %	
FINOS	53 %	LÍMITE PLASTICO:			27 %	
AASHTO	A-6	ÍNDICE PLASTICO:			11 %	



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL-CONSTRUCTOR
RUC: 2001-001-5016-175-0000
C.I.: 057995453

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ilustración 2. Registro de Sondeos SPT 1(Muestra 3)

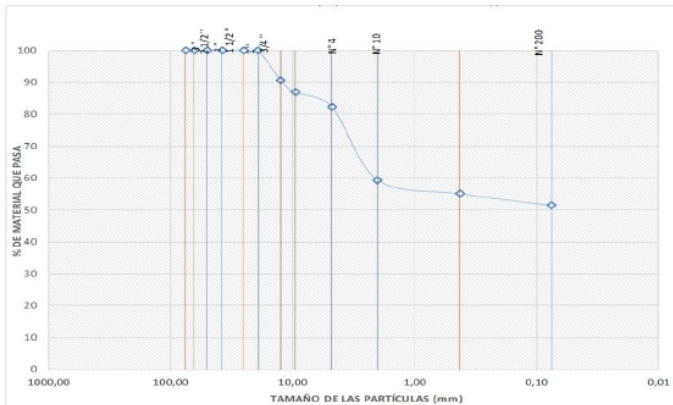


CLASIFICACION DE SUELOS

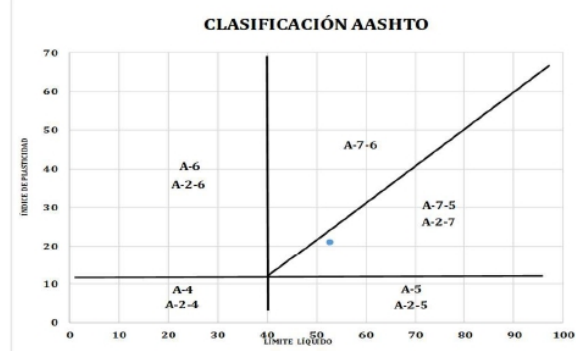
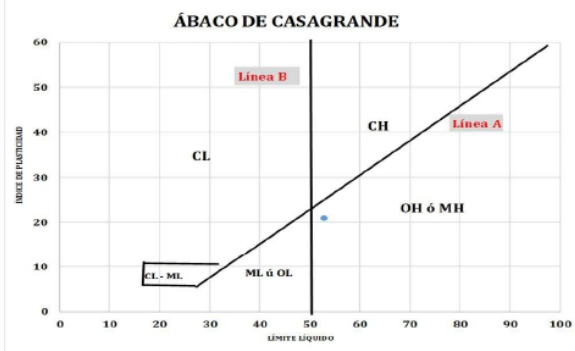


PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA EN EL BARRIO 2 DE NOVIEMBRE, PARROQUIA ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"					
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m	
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	4	COLOR	Café claro	REVISADO POR
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					Ing. Juan Pablo Paladines
SOLICITA	Municipio de Zamora			COORDENADAS	X	Y
					726582	9550216
						951

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULA	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	55,16	55,16	9,2	90,8
3/8"	23,29	78,45	13,1	86,9
N°4	26,95	105,40	17,6	82,4
FONDO	494,60	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	167,54	167,54	23,02	59,4
N°40	31,58	199,12	27,36	55,1
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	26,57	225,69	31,01	51,43
FONDO	374,31	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	600,00		ANTES DE LAVAR	600,00



LIMITES DE ATTERBERG						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	125,45	112,26	45,12	19,65	19,00
6	----	134,75	120,68	44,05	18,36	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
9	19	45,15	35,12	16,60	54,16	52,79
10	25	41,28	32,75	16,72	53,21	
11	30	43,12	34,00	16,28	51,47	
12	36	41,25	32,85	16,31	50,79	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
E	----	12,19	11,51	9,40	32,23	31,82
F	----	11,5	11,01	9,45	31,41	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	18 %	SUCS			MH	
ARENA	31 %	LIMITE LIQUIDO:			53 %	
FINOS	51 %	LIMITE PLASTICO:			32 %	
AASHTO	A-7-5	INDICE PLASTICO:			21 %	



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL - C0005104
RUC: 1891-2016-1751046
C.I. - 0379954452

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

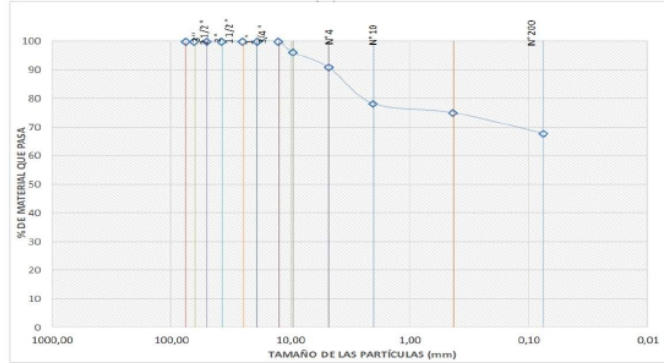


CLASIFICACION DE SUELOS

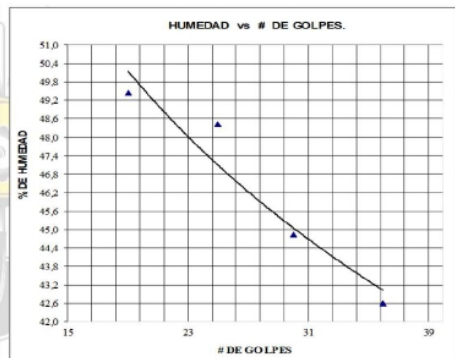


PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA EN EL BARRIO 2 DE NOVIEMBRE, PARROQUIA ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		PARROQUIA	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	5	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Municipio de Zamora						726582	9550216	951

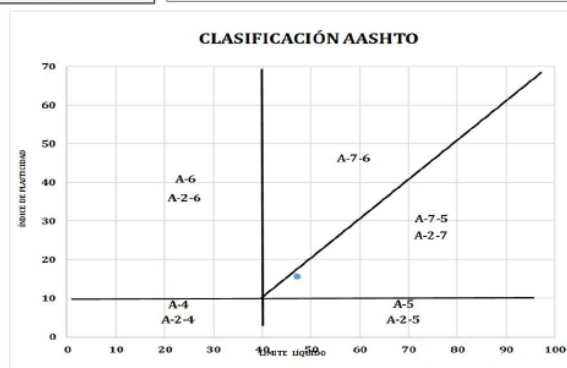
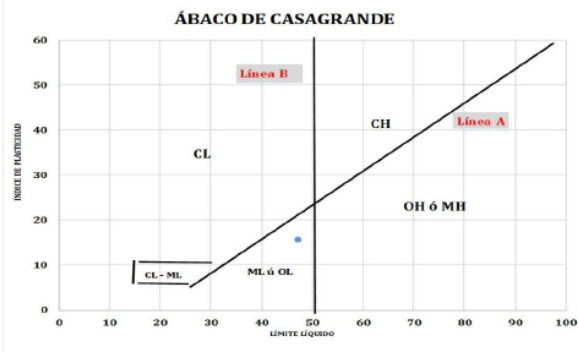
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULA	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	19.54	19.54	3.8	96.2
N°4	26.35	45.89	9.0	91.0
FONDO	464.36	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	71.54	71.54	12.76	78.2
N°40	18.00	89.54	15.97	75.0
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	40.14	129.68	23.13	67.88
FONDO	380.57	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	510.25		ANTES DE LAVAR	510.25



LIMITE DE ATTERBERG						
HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	124,59	110,00	45,21	22,52	20,72
6	----	112,11	101,59	46,01	18,93	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
9	19	41,25	33,10	16,62	49,45	47,09
10	25	39,40	32,01	16,75	48,43	
11	30	40,12	32,75	16,31	44,83	
12	36	39,45	32,60	16,52	42,60	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
E	----	12,25	11,6	9,45	30,23	31,42
F	----	13,01	12,1	9,31	32,62	



CLASIFICACIÓN			
GRAVA	9 %	SUCS	ML
ARENA	23 %	LIMITE LIQUIDO:	47 %
FINOS	68 %	LIMITE PLASTICO:	31 %
AASHTO	A-7-5	INDICE PLASTICO:	16 %



Juan Pablo Paladines
INGENIERO CIVIL - COMERCIAL
RUC: BUL-1983-2016-11751048
CEL: 0879950443

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-02

PROYECTO:

CONSULTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OFICINA TÉCNICA EN ZAMORA DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

SOLICITADO POR:
REALIZADO POR:

Ing. Marcelo Orellana
Ing. Franklin Prieto

POZO:
FECHA

2
abr-25

PROF. (m)	N.F. (m)	STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)					CLASIFICACIÓN S.U.C.S.										Perfil estratigráfico	Descripción del Suelo	Consisten cia (Suelos Arcillosos)	Compacida d Relativa (arena)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		15	30	45	N SPT	GRÁFICO DE GOLPES DE SPT					W (%)	LÍMITES ATTERBERG			GRANULOMETRÍA						SUCS	Símbolo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
						0	20	40	60	80		L.L.	L.P.	I.P.	G	A	F																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

PERFORAC. TOTAL:
NIVEL FREÁTICO:

20 m.
2,5 m.

LEYENDAS:

Perforación destructiva
Nivel Freático

Limo
Arcilla

Arena
Grava

Bloque

Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil - Construcción
RUC: 0961001010-1751004
C.O.: 037994403

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Teléfono: 2540594. Celular: 093833061-0999692335-0980253180 Email: estsuelcon@gmail.com



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.- 0979056482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

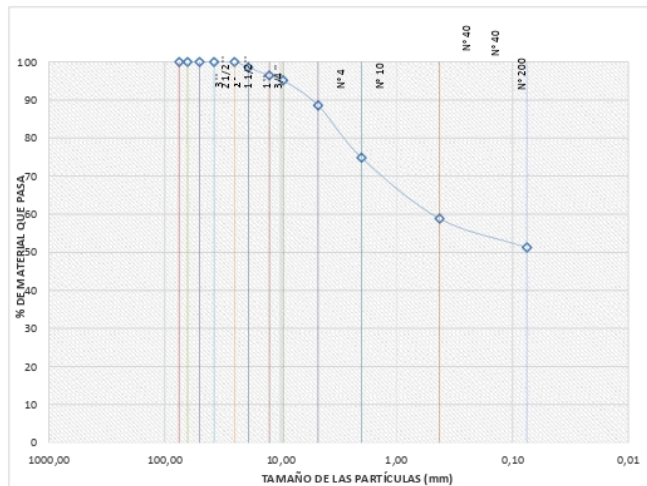
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OFICINA TÉCNICA EN ZAMORA DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR				
UBICACIÓN	ZAMORA		SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD: 1.00 m - 2.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Marcelo Orellana		FECHA:		Abril 2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X:	726814	Y:	9550222	Z: 922
PERFORACIÓN					2

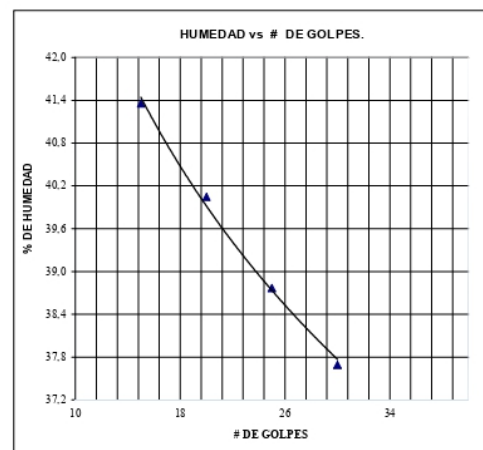
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	7,20	7,20	1,4	98,6
1/2"	10,70	17,90	3,5	96,5
3/8"	6,60	24,50	4,8	95,2
Nº4	33,20	57,70	11,4	88,6
FONDO	#####	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	128,50	186,20	13,75	74,9
Nº40	216,60	402,80	29,74	58,9
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	102,80	505,60	37,33	51,27
FONDO	694,40	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		508,40	ANTES DE LAVAR	1.200,00



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
101	----	128,54	107,27	34,72	29,32	31,74
59	----	122,37	99,66	33,19	34,17	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
40 D	15	34,94	29,94	17,85	41,36	39,47
11 D	20	35,11	30,22	18,01	40,05	
36 D	25	32,64	28,43	17,57	38,77	
46 D	30	32,27	28,32	17,84	37,69	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
41 D	----	11,67	11,34	10,17	28,21	27,17
35 D	----	11,88	11,59	10,48	26,13	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	11 %	SUCS				ML
ARENA	37 %	LIMITE LIQUIDO:				39 %
FINOS	51 %	LIMITE PLASTICO:				27 %
AASTHO	A-6	INDICE PLASTICO:				12 %



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"

Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel. - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

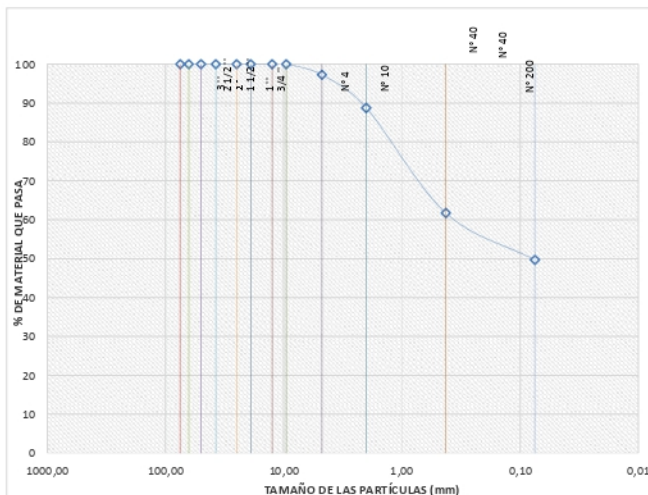
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OFICINA TÉCNICA EN ZAMORA DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR									
UBICACIÓN	ZAMORA					SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:	2.00 m - 3.00 m	
SOLICITANTE:	Ing. Marcelo Orellana					FECHA:		Abril 2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto					REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X:	726814	Y:	9550222	Z:	922	PERFORACIÓN			2

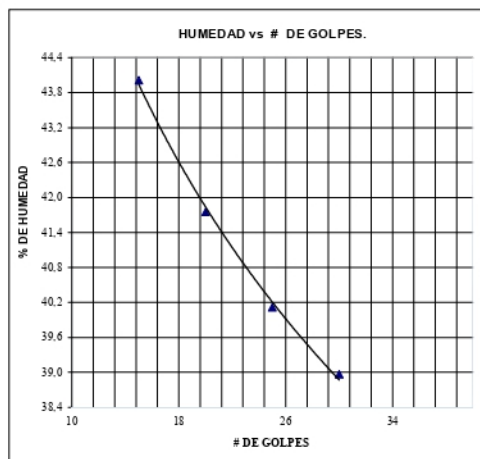
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
N°4	9,30	9,30	2,7	97,3
FONDO	690,70	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	51,80	61,10	8,49	88,8
N°40	194,70	255,80	35,55	61,7
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	86,70	342,50	47,60	49,68
FONDO	357,50	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	342,00	ANTES DE LAVAR	700,00



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
31	---	119,46	97,02	34,07	35,65	35,03
53	---	107,82	89,00	34,31	34,41	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
42 D	15	33,26	28,48	17,62	44,01	41,22
45 D	20	35,62	30,35	17,73	41,76	
X	25	31,97	27,87	17,65	40,12	
23 D	30	32,48	28,31	17,61	38,97	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
L	---	11,50	11,13	9,91	30,33	31,01
I	---	11,62	11,30	10,29	31,68	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	3 %	SUCS				ML
ARENA	48 %	LIMITE LIQUIDO:				41 %
FINOS	50 %	LIMITE PLASTICO:				31 %
AASTHO	A-7.5	INDICE PLASTICO:				10 %



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"

Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.: 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

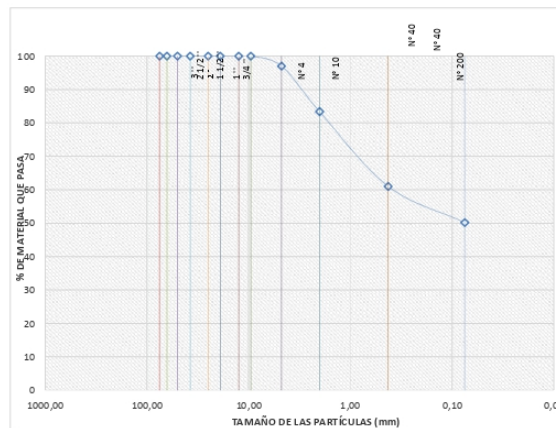
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OFICINA TÉCNICA EN ZAMORA DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR				
UBICACIÓN:	ZAMORA		SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:
SOLICITANTE:	Ing. Marcelo Orellana		FECHA:		Abril 2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X:	726814	Y:	9550222	Z:
				922	
PERFORACIÓN					2

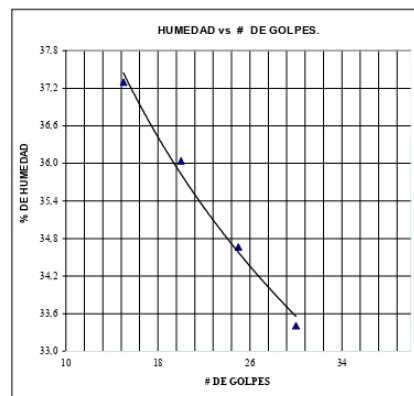
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
N°4	8,50	8,50	3,0	97,0
FONDO	581,50	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	74,60	83,10	13,67	83,4
N°40	135,90	219,00	36,01	61,0
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	65,90	284,90	46,85	50,17
FONDO	305,10	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		285,70	ANTES DE LAVAR	590,00



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
50 E	---	155,36	132,53	52,14	28,40	28,60
53	---	158,37	133,63	47,71	28,79	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
34 D	15	32,88	28,74	17,64	37,30	35,35
2 D	20	34,77	30,20	17,52	36,04	
33 D	25	32,69	28,70	17,19	34,67	
110	30	29,91	26,83	17,61	33,41	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
24 D	---	11,97	11,64	10,49	28,70	27,11
34 D	---	11,53	11,29	10,35	25,53	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	3 %	SUCS				ML
ARENA	47 %	LIMITE LIQUIDO:				35 %
FINOS	50 %	LIMITE PLASTICO:				27 %
AASTHO	A-4	INDICE PLASTICO:				R %



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA

"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"

Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.- 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

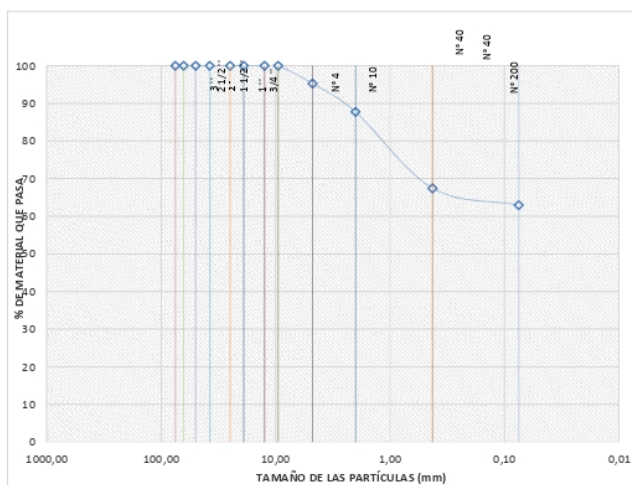
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OFICINA TÉCNICA EN ZAMORA DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR						
UBICACIÓN:	ZAMORA			SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:	4.00 m - 5.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Marcelo Orellana			FECHA:		Abril 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto			REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	726814	Y:	9550222	Z:	922	
PERFORACIÓN							2

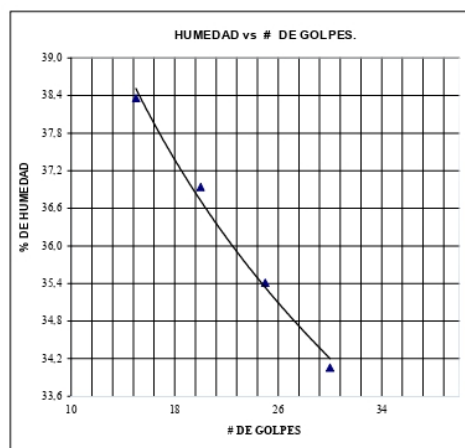
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
N°4	4,80	4,80	4,7	95,3
FONDO	295,20	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	19,00	23,80	7,56	87,7
N°40	63,90	87,70	27,86	67,4
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	14,10	101,80	32,34	62,96
FONDO	198,20	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	102,00	ANTES DE LAVAR	300,00



LIMITES DE ATTERBERG

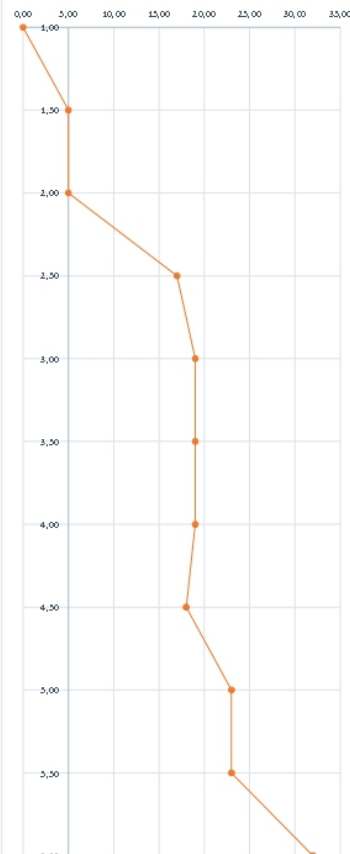
HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
8	----	154,05	128,11	57,37	36,67	36,95
6	----	155,41	128,39	55,82	37,23	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
90	15	31,35	27,46	17,32	38,36	36,19
29 D	20	33,59	29,29	17,65	36,94	
25 D	25	29,71	26,59	17,78	35,41	
37 D	30	33,82	29,75	17,80	34,06	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
C	----	11,38	11,07	10,03	29,81	28,14
31 D	----	11,87	11,51	10,15	26,47	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	5 %	SUCS			ML	
ARENA	32 %	LIMITE LIQUIDO:			36 %	
FINOS	63 %	LIMITE PLASTICO:			28 %	
AASHTO	A-4	INDICE PLASTICO:			R %	



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-03

	CARAN INGENIERIA, CONSULTORIA, CONSTRUCCIÓN	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (09 79 95 64 82) jppaladines2@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (09 82 58 11 97 - 099 78 10 51 6) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA MINAS GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS PARA PROMOVER LOS EMPRENDIMIENTOS PRODUCTIVOS, RECREACIÓN PARA ADULTOS MAYORES, JUVENTUD, NIÑEZ, PROMOCIÓN TURÍSTICA Y CULTURAL				
LOCALIZACIÓN	Sector Tunanza, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe			PROFUNDIDAD	0 m - 6 m
POZO N°	1	REVISADO POR	ING. JUAN PABLO PALADINES		
ENSAYADO POR	ING. ALEX FIGUEROA	FECHA DE ENSAYO	26/7/2022	COORDENADAS	X 735671
SOLICITA		EQUIPO	SPT		Y 9557077
					Z 887

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0,50		0,00			Material orgánico. Cobertura Vegetal.		
1,00		0,00					
1,50	2,00	5,00		CL	Suelo: Arenas Arcillosas CH = 27,42%, LL = 36, IP = 12		
2,00	2,00	5,00		CL	Suelo: Arcillas de mediana plasticidad CH = 29,67%, LL = 41, IP = 16		
2,50	7,00	17,00		CL	Suelo: Arcillas de mediana plasticidad CH = 23%, LL = 39, IP = 17		
3,00	9,00	19,00		CL	Suelo: Arcillas de alta plasticidad CH = 27,95%, LL = 35, IP = 15		
3,50	9,00	19,00		CL	Suelo: Arcillas de baja plasticidad CH = 33,56%, LL = 38, IP = 14		
4,00	11,00	23,00		CL			
4,50	8,00	18,00		CL			
5,00	11,00	23,00		CL			
5,50	11,00	23,00		CL			
6,00	14,00	32,00		CL			

Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil-Geotécnico
RUC: 20011987-2010-1157004
C.C. - 021904483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



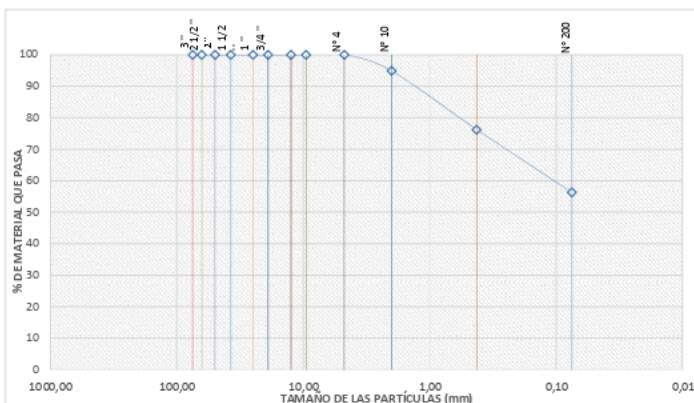
CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS PARA PROMOVER LOS EMPRENDIMIENTOS PRODUCTIVOS, RECREACIÓN PARA ADULTOS MAYORES, JUVENTUD, NIÑEZ PROMOCIÓN TURÍSTICA Y CULTURAL								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunanza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	1	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA							731511	9553169	927

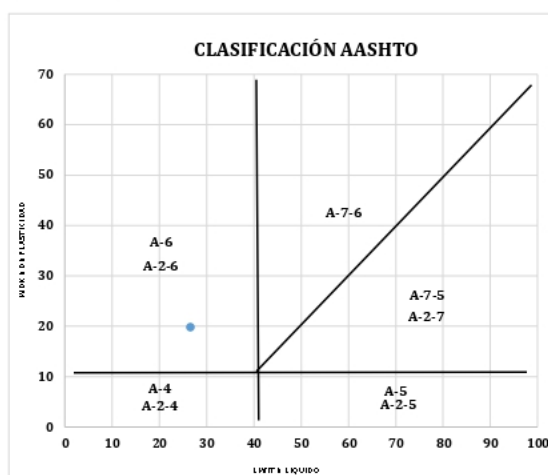
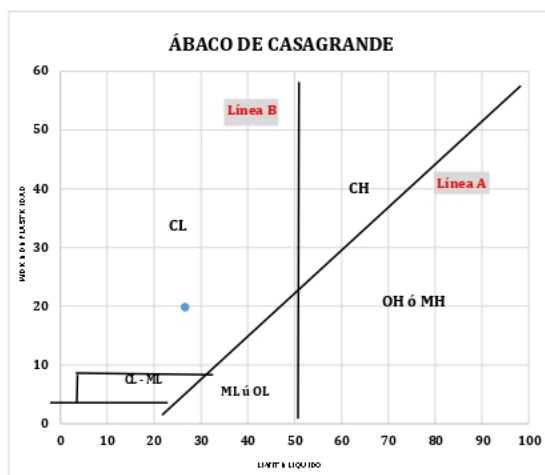
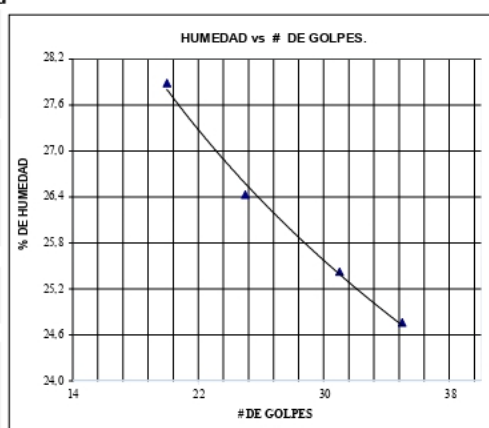
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	-	-	-	100,0
Nº10	31,30	31,30	5	95
Nº40	114,01	145,31	24	76
Nº200	90,85	236,16	38,6	56
FONDO	376,06			
TOTAL DE MUESTRA		612,22	ANTES DE LAVAR	612,22



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	----	143,21	122,00	49,45	29,24	33,17
4	----	147,44	120,27	47,06	37,11	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
1	20	41,60	36,21	16,88	27,88	26,58
2	25	37,84	33,45	16,84	26,43	
3	31	36,80	32,75	16,82	25,42	
4	35	41,57	36,68	16,93	24,76	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
A	----	11,2	11,09	9,41	6,55	6,75
B	----	10,92	10,81	9,23	6,96	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			CL	
ARENA	44 %	LIMITE LIQUIDO:			27 %	
FINOS	56 %	LIMITE PLASTICO:			7 %	
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:			20 %	



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL CONSULTOR
RUC: 2040184516-1751944
CUI: 4871914483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



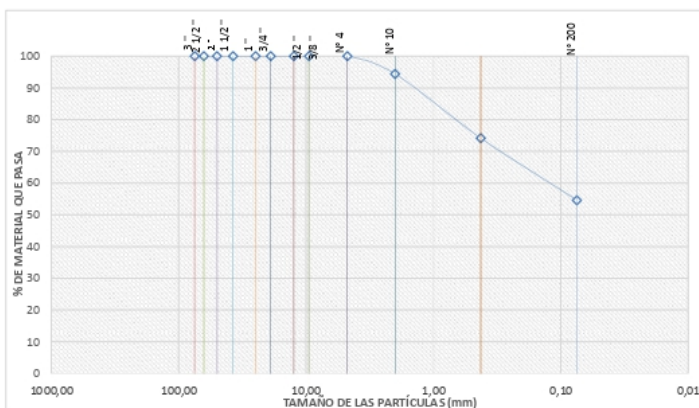
CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS PARA PROMOVER LOS EMPRENDIMIENTOS PRODUCTIVOS, RECREACIÓN PARA ADULTOS MAYORES, JUVENTUD, NIÑEZ, PROMOCIÓN TURÍSTICA Y CULTURAL								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTON		SECTOR	PROFUNDIDAD	2.50 m - 3.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunanza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	2	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA							731511	9553169	922

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	-	-	-	100.0
Nº10	30.64	30.64	6	94
Nº40	110.64	141.28	26	74
Nº200	107.11	248.39	45	55
FONDO	298.82			
TOTAL DE MUESTRA		547.21	ANTES DE LAVAR	547.21



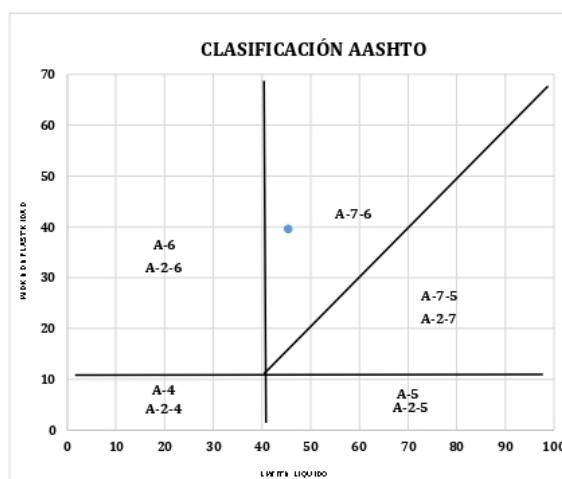
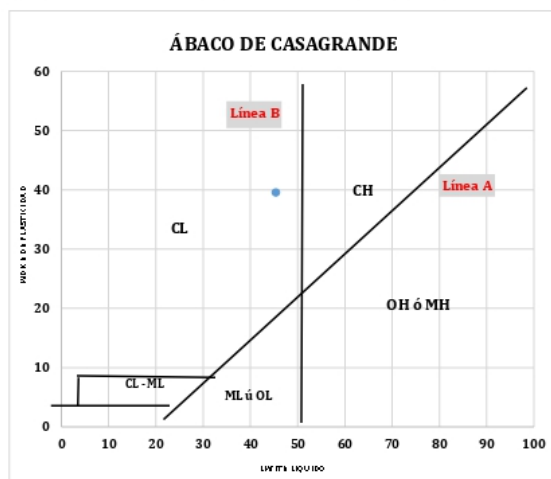
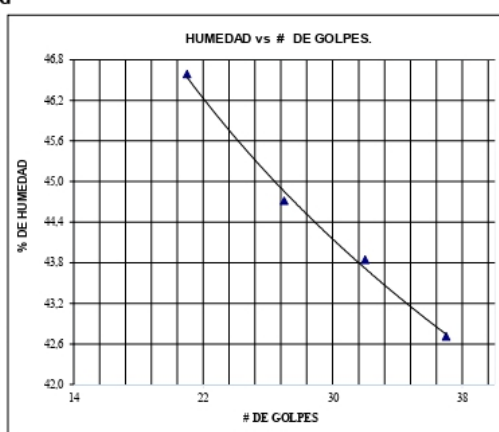
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	123.10	103.04	47.83	36.33	36.80
4	---	132.30	109.21	47.24	37.26	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)				
1	21	40.12	32.68	16.71
2	27	38.00	31.40	16.64
3	32	37.10	30.87	16.66
4	37	34.91	29.49	16.80

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)				
A	---	10.55	10.48	9.30
B	---	11.19	11.1	9.52

CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	45 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	55 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:



Ing. Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL-CONSTRUCTOR
RUC: 2011011111000
CEL: 0879994483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



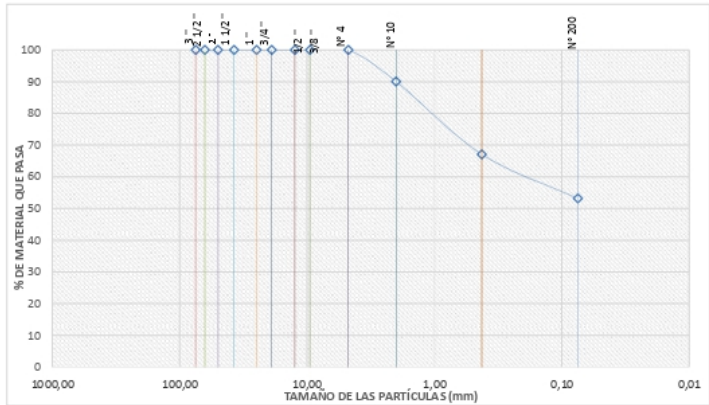
CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS PARA PROMOVER LOS EMPRENDIMIENTOS PRODUCTIVOS, RECREACIÓN PARA ADULTOS MAYORES, JUVENTUD, NIÑEZ, PROMOCIÓN TURÍSTICA Y CULTURAL							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunanza			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA						731511	9553169	922

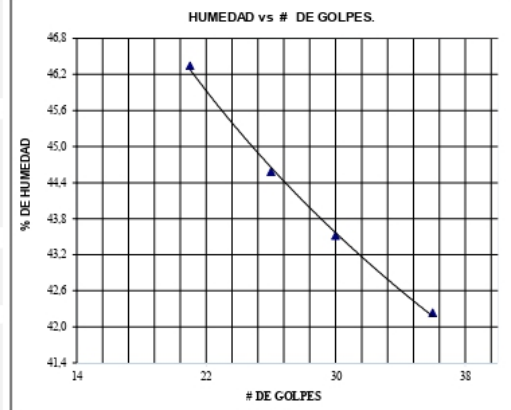
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	5,20	5,20	1	99
Nº10	44,90	50,10	10	90
Nº40	115,32	165,42	33	67
Nº200	70,16	235,58	47	53
FONDO	267,06			
TOTAL DE MUESTRA		502,64	ANTES DE LAVAR	502,64

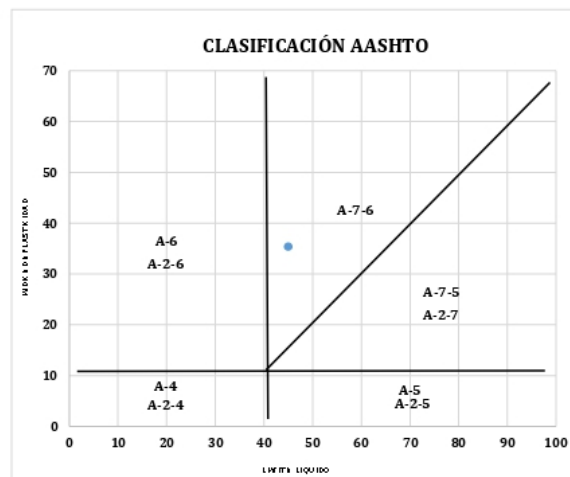
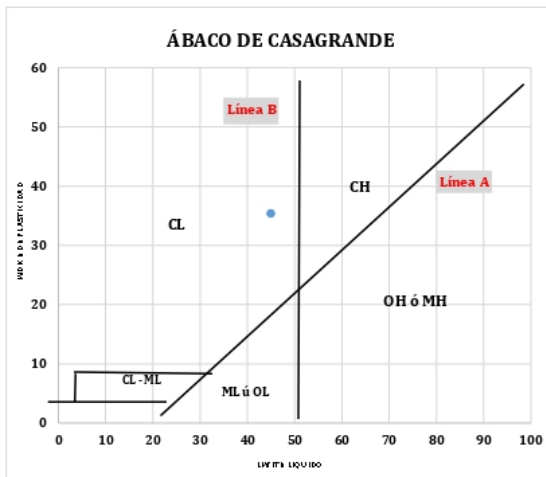


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D22 16)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	125,67	108,54	46,67	27,69	27,26
4	---	131,41	113,25	45,58	26,84	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D43 18)						
1	21	41,27	33,48	16,67	46,34	44,95
2	26	43,12	35,02	16,85	44,58	
3	30	39,58	32,63	16,66	43,52	
4	36	41,80	34,35	16,71	42,23	
LIMITE PLASTICO (ASTM D43 18)						
A	---	12,11	11,87	9,35	9,52	9,59
B	---	10,58	10,47	9,33	9,65	



CLASIFICACIÓN			
GRAVA	0 %	SUCS	CL
ARENA	47 %	LIMITE LIQUIDO:	45 %
FINOS	53 %	LIMITE PLASTICO:	10 %
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:	35 %



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL - CONSULTOR
RUC: 2011010101151000
CUI: 6873904483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



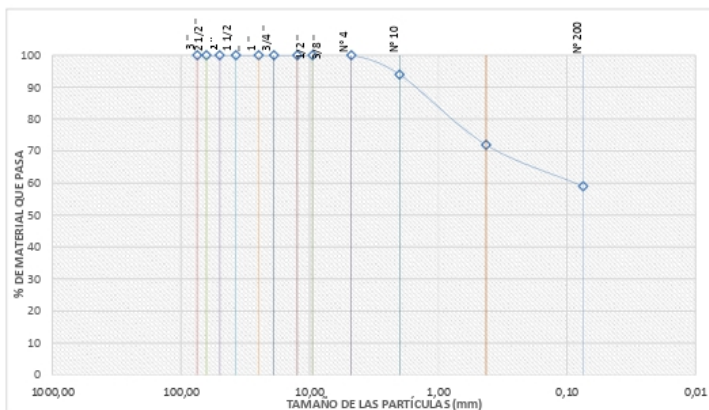
CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS PARA PROMOVER LOS EMPRENDIMIENTOS PRODUCTIVOS, RECREACIÓN PARA ADULTOS MAYORES, JUVENTUD, NIÑEZ, PROMOCIÓN TURÍSTICA Y CULTURAL								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	4.50 m - 5.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunanza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	4	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA							731511	9553169	922

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4				
Nº10	28,81	28,81	6	94
Nº40	105,23	134,04	28	72
Nº200	62,23	196,27	41	59
FONDO	281,99			
TOTAL DE MUESTRA		478,26	ANTES DE LAVAR	478,26



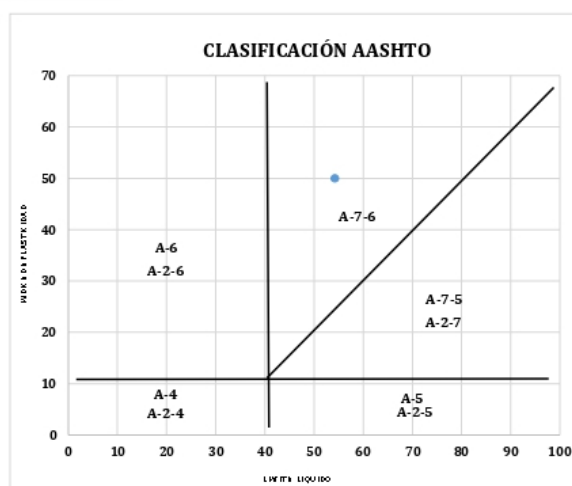
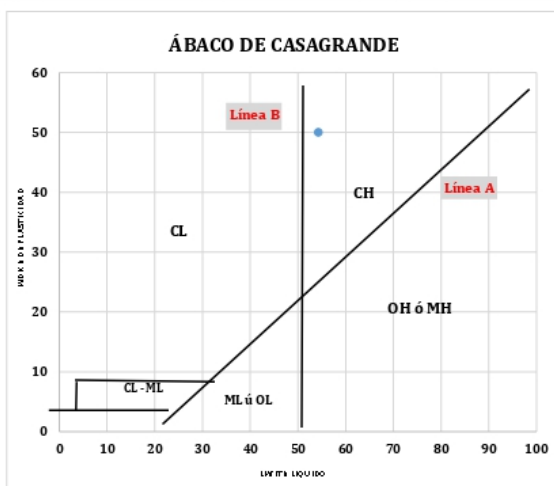
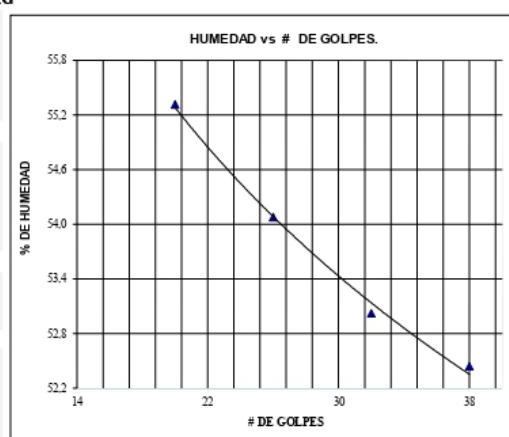
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	108,66	86,34	39,24	47,39	43,94
4	---	137,18	111,43	47,83	40,49	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	20	37,03	29,85	16,87	55,32	54,26
2	26	41,21	32,66	16,85	54,08	
3	32	41,39	32,88	16,83	53,02	
4	38	38,91	31,50	17,37	52,44	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	---	10,82	10,76	9,41	4,44	4,29
B	---	11,15	11,08	9,39	4,14	

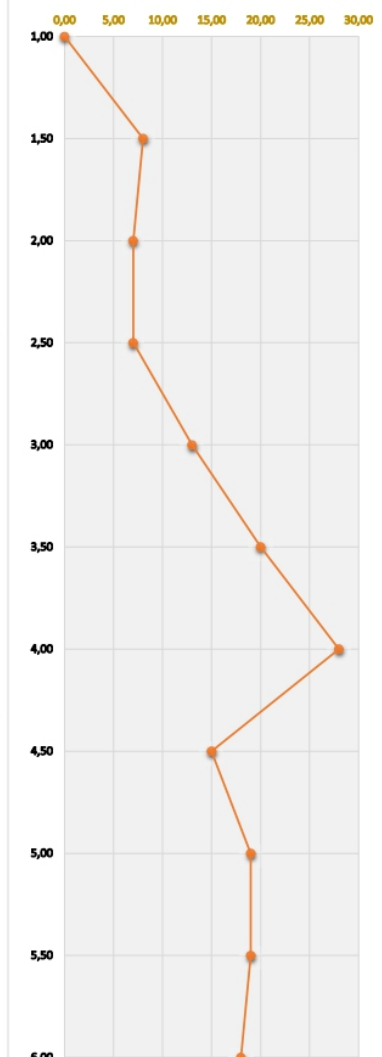
CLASIFICACIÓN			
GRAVA	0 %	SUCS	CH
ARENA	41 %	LIMITE LIQUIDO:	54 %
FINOS	59 %	LIMITE PLASTICO:	4 %
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:	50 %



Ing. Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL - CONSULTOR
REG. SUPLENTE 1801-2016-1757000
CUI- 6879918483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA"						
Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516						
REGISTRO DE SONDEOS						
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVIENDA A TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. AMPARO TORRES UBICADA EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
LOCALIZACIÓN:	SECTOR	Parroquia	Cantón	Provincia		
	La Colina	Zamora	Zamora	Zamora Chinchipe		
POZO N°	1	ENSAYADO POR:	Ing. Jorge Figueroa	COORDENADAS:	X	728238
PROFUNDIDAD:	0 - 6 m				Y	9551439
FECHA DE ENSAYO:	13/9/2025	SOLICITA:	Sra. Amparo Torres		Z	950

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)
0,50		0,00			Suelo natural = 1.0 m	 EJE X: Nro. DE GOLPES EJE Y: PROFUNDIDAD
1,00		0,00				
1,50	4,00	8,00		SC	SUELO Arena arcillosa COLOR Naranja CONTENIDO DE HUMEDAD 25,41% LIMITES DE ATTERBERG Limite Liquido: 27% Limite Plastico: 10% Indice de Plasticidad: 17% AASTHO A-6	
2,00	3,00	7,00				
2,50	3,00	7,00		CL	SUELO Arcilla mal gradada arenosa con grava COLOR Naranja CONTENIDO DE HUMEDAD 32,23% LIMITES DE ATTERBERG Limite Liquido: 31% Limite Plastico: 11% Indice de Plasticidad: 21% AASTHO A-6	
3,00	5,00	13,00				
3,50	8,00	20,00		CL	SUELO Arcilla mal gradada arenosa con grava COLOR Naranja CONTENIDO DE HUMEDAD 32,11% LIMITES DE ATTERBERG Limite Liquido: 34% Limite Plastico: 17% Indice de Plasticidad: 17% AASTHO A-6	
4,00	11,00	28,00				
4,50	10,00	15,00		CL	SUELO Arcilla mal gradada arenosa con grava COLOR Naranja CONTENIDO DE HUMEDAD 29,34% LIMITES DE ATTERBERG Limite Liquido: 33% Limite Plastico: 19% Indice de Plasticidad: 14% AASTHO A-6	
5,00	8,00	19,00				
5,50	9,00	19,00		SC	SUELO Arena arcillosa COLOR Naranja CONTENIDO DE HUMEDAD 30,37% LIMITES DE ATTERBERG Limite Liquido: 24% Limite Plastico: 13% Indice de Plasticidad: 11% AASTHO A-6	
6,00	11,00	18,00				
	10,00					
	8,00					



RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES

"GEOFIGMA"

Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe

Tel.- 0982581197 - 0997810516

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVIENDA A TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. AMPARO TORRES UBICADA EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE						
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	COORDENADAS		
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	La Colina	X	728.238	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa		FECHA	2025-09-16	Y	9.551.439	
SOLICITA	Sra. Amparo Torres		NORMA	Norma ASTM 2497 - 06	Z	950	
SONDEO	SPT #1	MUESTRA	1	PROFUNDIDAD	1,0 m - 2,0 m	COLOR	NARANJA

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	9.25	9.25	1.2	98.8
1/2"	18.98	28.15	3.7	96.3
3/8"	12.12	40.25	5.3	94.7
Nº4	51.95	72.20	9.6	90.4
POVDO	692.09			
Nº8				
Nº10	121.47	121.47	14.56	75.9
Nº40	159.73	280.20	33.59	56.8
Nº50				
Nº100				
Nº200	133.43	413.63	49.59	40.94
POVDO	540.66			
TOTAL DE MUESTRA		754.29	ANTES DE LAVAR	754.29

LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
37		17.288	14.601	39.96	25.08	25.41
60		177.43	150.96	47.64	25.74	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
						27.41
1	16	42.15	56.14	16.08	29.9%	
2	25	40.51	55.02	16.54	28.52%	
3	29	41.65	56.45	17.02	26.66%	
4	34	39.55	54.02	16.98	25.15%	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
						10.26
A		12.51	12.01	9.18	10.60%	
B		12.00	11.75	9.23	9.92%	

CLASIFICACIÓN

GRAVA	10 %	SUCS	SC
ARENA	50 %	LIMITE LIQUIDO:	27 %
FINOS	41 %	LIMITE PLASTICO:	10 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	17 %

ÁBACO DE CASAGRANDE

CLASIFICACIÓN AASHTO

Firmado electrónicamente por:

ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS

Validado electrónicamente con Firmadoc

RESPONSABLE DE LABORATORIO

157

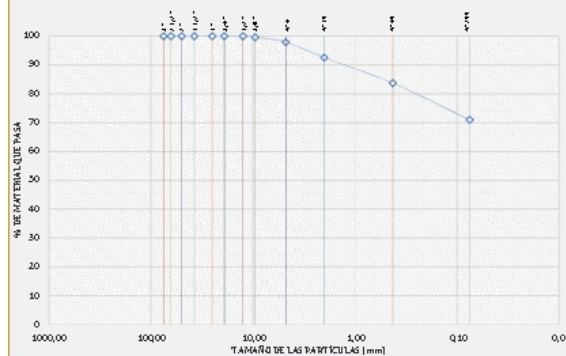


CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVIENDA A TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. AMPARO TORRES UBICADA EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE						
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN		PARROQUIA	SECTOR	COORDENADAS	
	Zamora Chinchipe	Zamora		Zamora	La Colina	X	728.238
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa			FECHA	2025-09-16	Y	9.55.1439
SOLICITA	Sra. Amparo Torres			NORMA	Norma ASTM 2497 - 06	Z	950
SONDEO	SPT #1	MUESTRA	2	PROFUNDIDAD	2,0 m - 5,0 m	COLOR	NARANJA

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	2,09	2,09	0,4	99,6
Nº4	9,59	10,68	2,1	97,9
PONDO	500,64			
Nº8				
Nº10	27,93	27,93	5,5	94,6
Nº16	48,59	74,22	14,21	85,7
Nº20				
Nº28	66,43	140,65	28,9	70,9
PONDO	570,67			
TOTAL DEMUESTRA		\$11,52	ANTES DE LAVAR	\$11,52



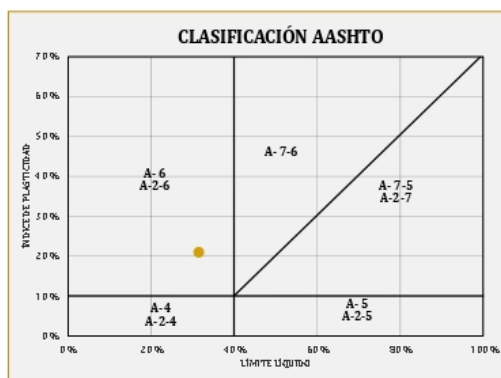
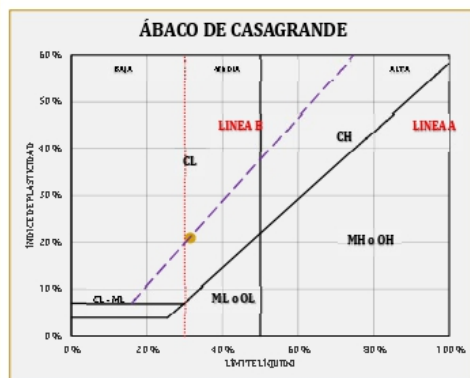
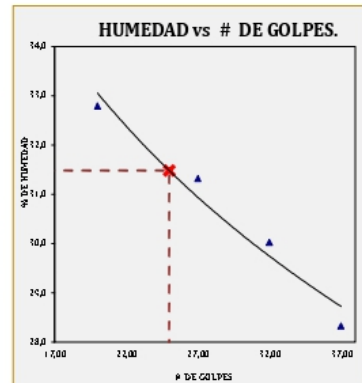
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
40		165,20	156,15	46,61	52,47	32,23
12		177,71	146,89	49,44	51,99	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
5	20	\$2,56	\$2,51	17,11	\$2,79
6	27	\$9,16	\$3,72	16,35	\$1,52
7	52	\$8,55	\$5,51	16,99	\$0,02
8	57	0,01	\$4,89	16,77	28,55

		LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)				
C	...	11,60	11,59	9,52	10,14	10,53
D	...	11,51	11,06	8,77	10,92	

CLASIFICACIÓN			
GRAVA	2 %	SUCS	CL
ARENA	27 %	LÍMITE LÍQUIDO:	51 %
FINOS	71 %	LÍMITE PLÁSTICO:	11 %
ASTHO	A-6	ÍNDICE PLÁSTICO:	21 %



Firmado electrónicamente por:
ALEX STEVEN
FIGUEROA MACAS
Validar únicamente con FirmaDO

*Validar únicamente con FacturaDO

RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES

"GE OFIGMA"

Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe

Tel.- 0982581197 - 0997810516

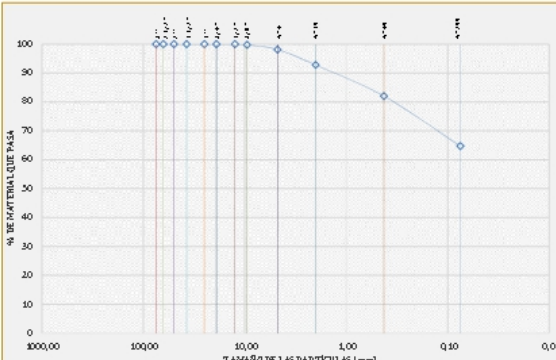


CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVIENDA A TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. AMPARO TORRES UBICADA EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE						
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	COORDENADAS		
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	La Colina	X	728.238	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa		FECHA	2025-09-16	Y	9.55 1.439	
SOLICITA	Sra. Amparo Torres		NORMA	Norma ASTM 2487 - 06	Z	950	
SONDEO	SPT #1	MUESTRA	3	PROFUNDIDAD	5,0 en - 4,0 en	COLOR	NARANJA

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	1,05	1,05	0,2	99,8
Nº4	6,99	8,02	1,9	98,1
POUNDO	424,11			
Nº8				
Nº10	254,7	254,7	5,53	92,8
Nº40	47,59	70,86	16,09	82,1
Nº50				
Nº100				
Nº200	76,20	147,06	34,8	64,74
POUNDO	285,07			
TOTAL DE MUESTRA		432,15	ANTES DE LAVAR	432,15



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
17		161,59	155,95	45,95	51,22	32,11
2		149,04	125,20	47,94	55,01	

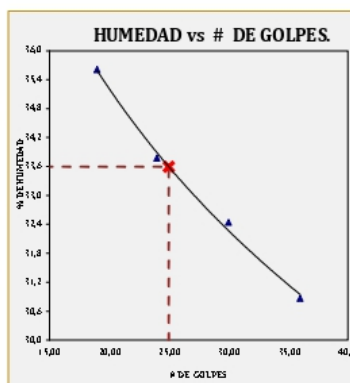
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
						33,59
9	19	45,15	56,55	17,51	55,61	
10	24	40,55	54,71	17,42	55,78	
11	50	42,67	56,55	16,87	52,44	
12	56	40,11	54,55	16,45	50,96	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
						16,99
C		12,11	11,75	9,67	17,51	
F		12,56	12,12	9,48	16,67	

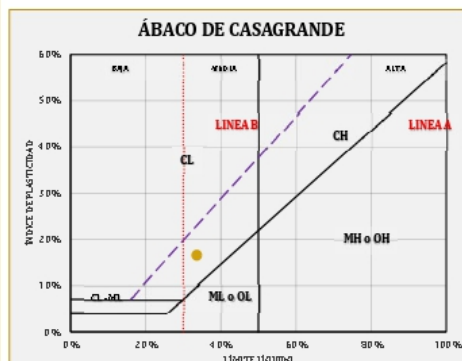
CLASIFICACIÓN

GRAVA	2 %	SUCS	CL
ARENA	55 %	LIMITE LIQUIDO:	34 %
FINOS	65 %	LIMITE PLASTICO:	17 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	17 %

HUMEDAD vs # DE GOLPES.



ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO





Firmado electrónicamente por:

ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS

Validar electrónicamente con FirmaDC

RESPONSABLE DE LABORATORIO

159

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES
"GEOFIGMA"

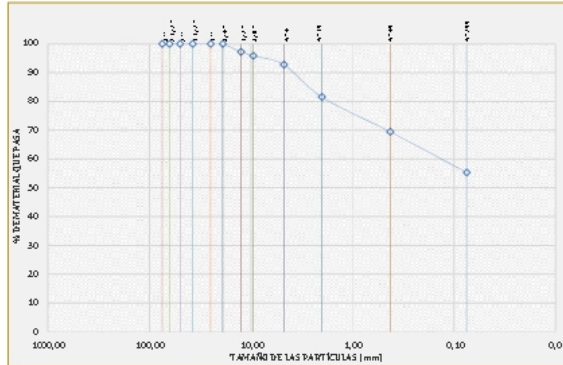
 Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel.- 0982581197 - 0997810516

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVIENDA A TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. AMPARO TORRES UBICADA EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE						
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN		PARROQUIA	SECTOR	COORDENADAS	
	Zamora Chinchipe	Zamora		Zamora	La Colina	X	728.238
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa			FECHA	2025-09-16	Y	9.55.1439
SOLICITA	Sra. Amparo Torres			NORMA	Norma ASTM 2487 - D6	Z	950
SONDEO	SPT #1	MUESTRA	4	PROFUNDIDAD	4.0 m - 5.0 m	COLOR	NARANJA

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	7.97	7.97	2.8	97.2
3/8"	5.96	13.93	4.1	95.9
Nº4	8.79	22.72	7.2	92.8
POVDO	264.57			
Nº8				
Nº10	54.53	54.53	11.23	88.77
Nº40	57.05	71.58	25.28	74.72
Nº50				
Nº100				
Nº200	4.562	115.18	57.47	42.53
POVDO	170.01			
TOTAL DE MUESTRA		285.19	ANTES DE LAVAR	285.19

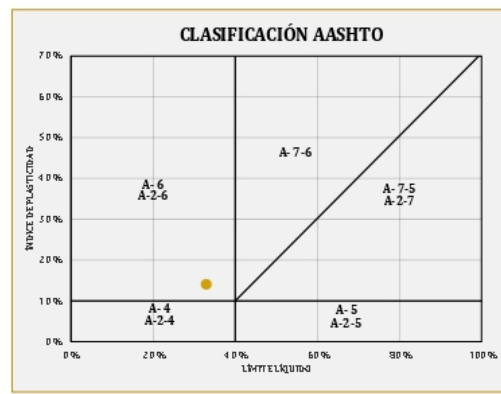
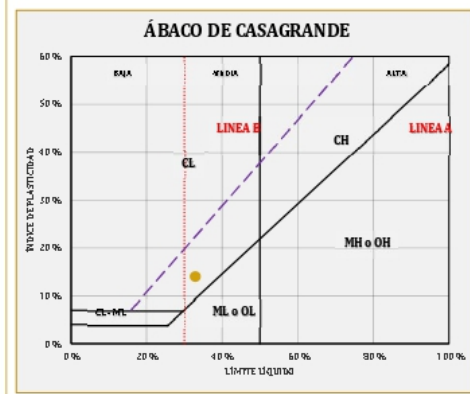
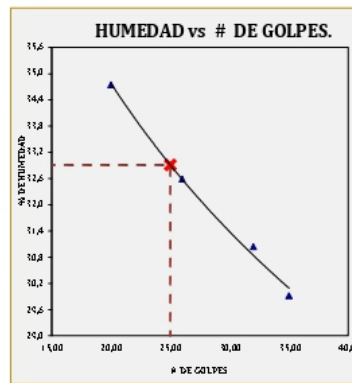

LIMITES DE ATTERBERG

Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
24		113.50	99.12	49.67	29.08	
50		119.90	105.45	47.99	29.61	29.34

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
13	20	59.22	53.51	16.50	54.74	
14	26	58.75	53.56	16.92	52.59	
15	32	58.21	53.02	16.50	51.04	32.91
16	35	58.99	53.79	16.41	29.92	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
G		11.66	11.51	9.48	19.13	
H		11.59	11.15	8.78	18.57	18.85

CLASIFICACIÓN			
GRAVA	7 %	SUCS	CL
ARENA	57 %	LIMITE LIQUIDO:	55 %
FINOS	55 %	LIMITE PLASTICO:	19 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	14 %


 Firmado electrónicamente por:
ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS
 Validar únicamente con FirmadOC

RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES

"GEOFIGMA"

Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe

Tel.- 0982581197 - 0997810516

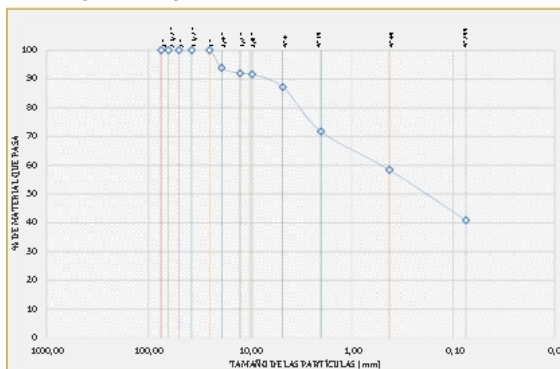


CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVIENDA A TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. AMPARO TORRES UBICADA EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	COORDENADAS	
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	La Colina	X	728.238
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa		FECHA	2025-09-16	Y	9.551.439
SOLICITA	Sra. Amparo Torres		NORMA	Norma ASTM 2487 - 06	Z	950
SONDEO	SPT #1	MUESTRA	5	PROFUNDIDAD	5,0 m - 6,0 m	COLOR
						NARANJA

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/8"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	15,64	15,64	6,1	93,9
1/2"	49,5	204,9	9,0	92,0
3/8"	89,5	215,4	9,5	91,7
Nº4	11,44	52,78	12,9	87,2
PONDO	223,69			
Nº8				
Nº10	45,42	45,42	15,45	71,8
Nº40	39,52	84,74	29,82	59,4
Nº50				
Nº100				
Nº200	51,60	156,54	46,57	48,95
PONDO	120,15			
TOTAL DE MUESTRA		256,47	ANTES DE LAVAR	256,47



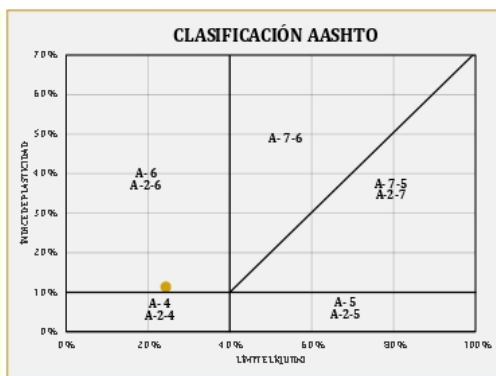
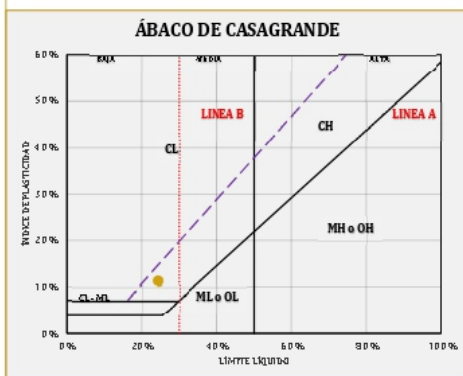
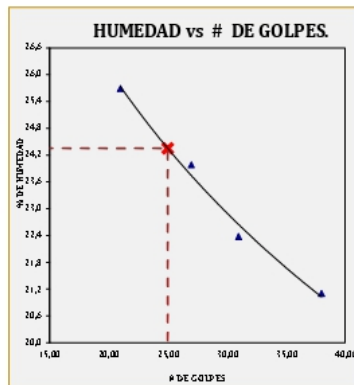
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
36		154,98	114,25	45,67	39,27	39,37
49		121,45	104,21	47,65	38,47	

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)						
17	21	44,50	38,61	16,46	25,69	24,35
18	27	45,16	38,05	16,74	25,98	
19	31	44,91	39,79	16,91	22,59	
20	38	42,61	38,01	16,21	21,10	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)						
1		15,01	12,55	9,25	15,96	13,02
1		12,76	12,42	9,65	12,19	

CLASIFICACIÓN						
GRAVA	15 %	SUCS		SC		
ARENA	46 %	LÍMITE LÍQUIDO:		24 %		
FINOS	41 %	LÍMITE PLÁSTICO:		15 %		
ASTHO	A-6	ÍNDICE PLÁSTICO:		11 %		



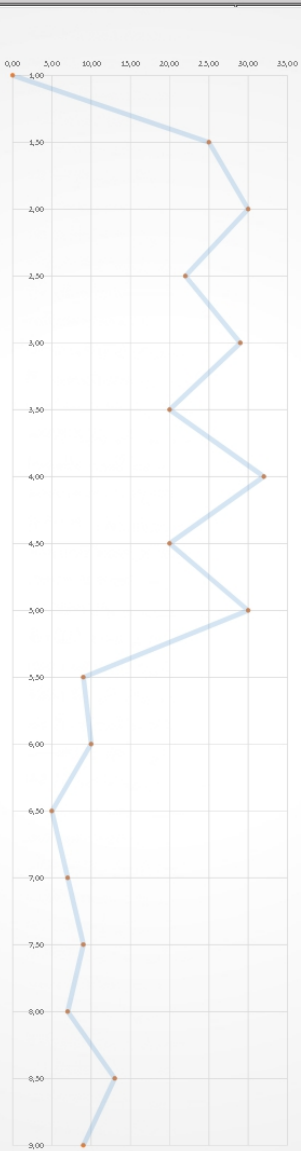
Firmado electrónicamente por:
ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS

Validar únicamente con FirmasCC

RESPONSABLE DE LABORATORIO

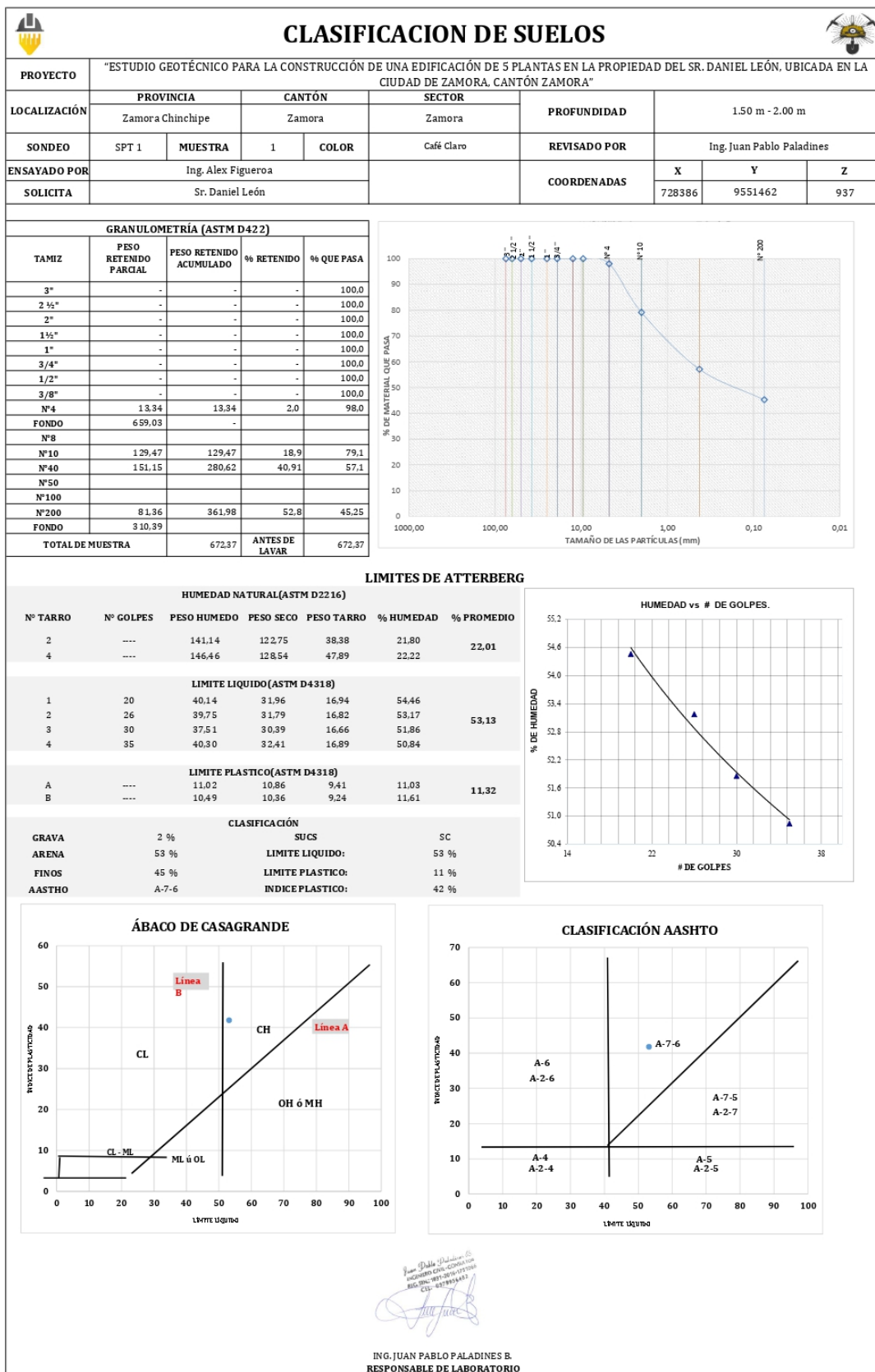
SPT-05

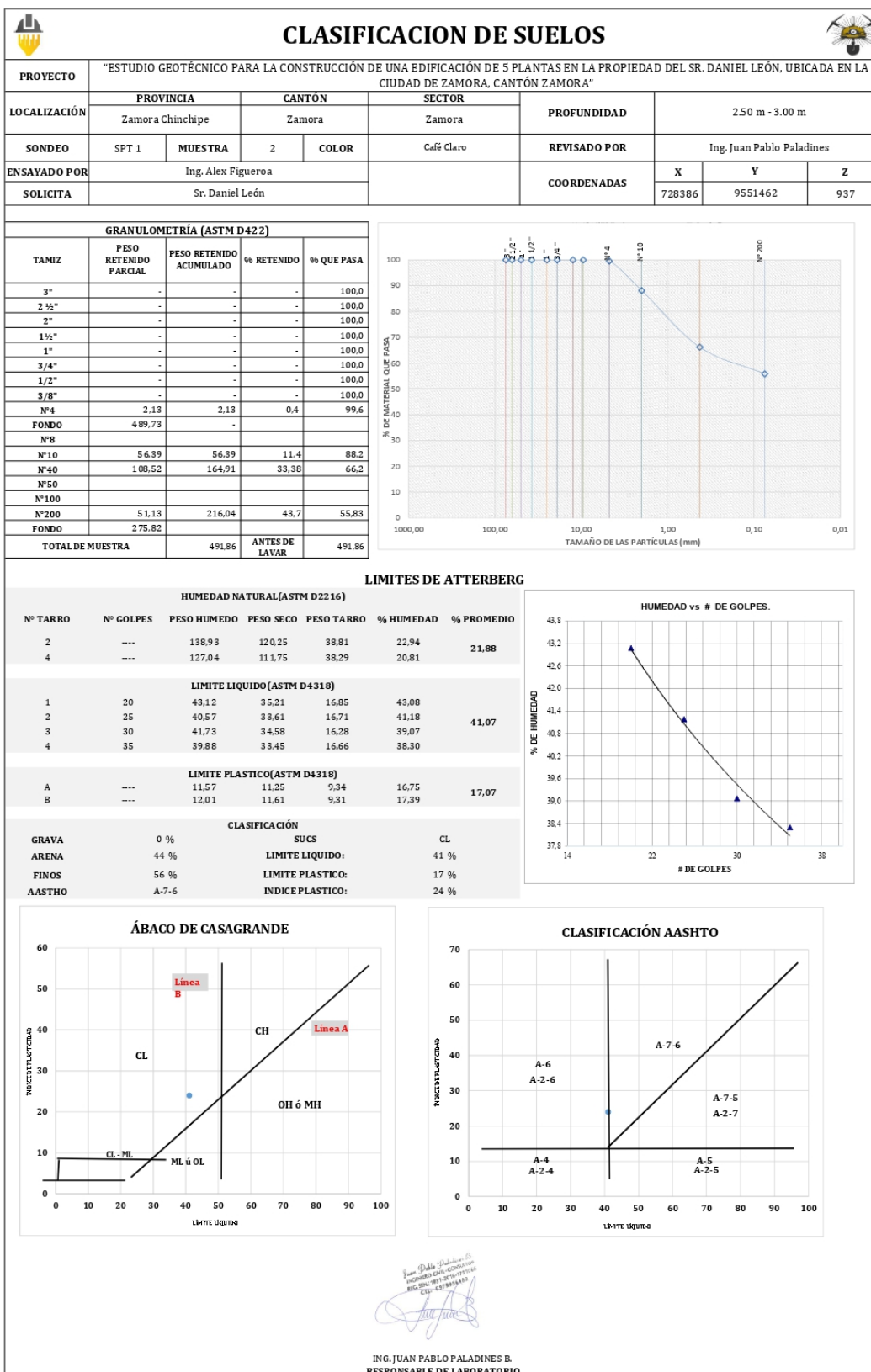
	CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCION	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA MINAS GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO		"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA. CANTÓN ZAMORA"			
LOCALIZACIÓN		Ciudad Zamora, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe.		PROFUNDIDAD	0 m - 9 m
POZO N°	1	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	COORDENADAS	X 728386
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa	FECHA DE ENSAYO	5/8/2022		Y 9551462
SOLICITA	Sr. Daniel León	EQUIPO	SPT		Z 937

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0.50		0.00			Suelo: Cobertura Vegetal		   
1.00		0.00					
1.50	10.00			SC	Suelo: Arenas Arcillosas CH = 22.01, LL = 53, IP = 42		
	11.00						
	14.00	25.00					
2.00	15.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 21.88, LL = 41, IP = 24		
	14.00						
	16.00	30.00					
2.50	9.00			CH	Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad CH = 24.49, LL = 55, IP = 44		
	10.00						
	12.00	22.00					
3.00	13.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 34.08, LL = 43, IP = 30		
	15.00						
	14.00	29.00					
3.50	9.00			CH	Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad CH = 46.18, LL = 46, IP = 33		
	9.00	20.00					
	11.00						
4.00	14.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 42.62, LL = 44, IP = 32		
	15.00						
	17.00	32.00					
4.50	8.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 48.04, LL = 40, IP = 27		
	8.00						
	12.00	20.00					
5.00	11.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 43.61, LL = 36, IP = 25		
	15.00	30.00					
	3.00						
5.50	5.00			SC			
	4.00	9.00					
	6.00						
6.00	6.00			CL			
	4.00	10.00					
	2.00						
6.50	3.00			CL			
	2.00	5.00					
	2.00						
7.00	4.00			SC			
	3.00	7.00					
	7.00						
7.50	4.00			CL			
	5.00	9.00					
	4.00						
8.00	4.00			SC			
	3.00	7.00					
	6.00						
8.50	8.00			CL			
	5.00	13.00					
	4.00						
9.00	4.00			CL			
	5.00	9.00					

Ing. Juan Pablo Paladines Benitez
Ingeniero Civil en Construcción
C.O. 44799923

Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO





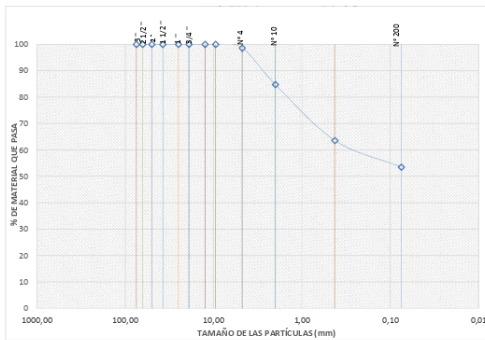


CLASIFICACION DE SUELOS

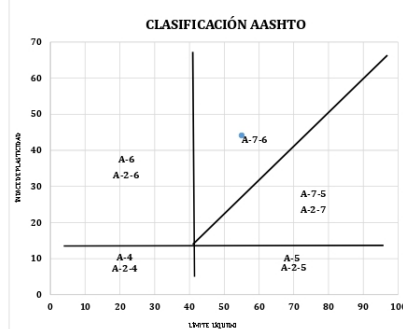
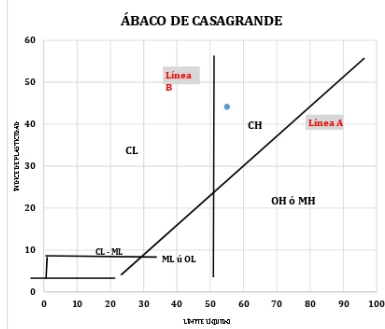
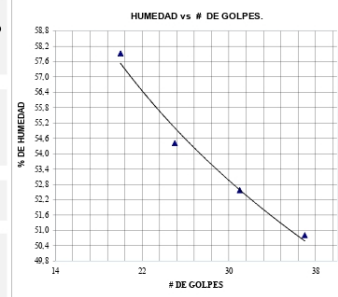


PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN. UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"						
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora	3.50 m - 4.00 m	
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa						COORDENADAS
SOLICITA	Sr. Daniel León						
							X
							728386
							Y
							9551462
							Z
							937

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	7.33	7.33	1.4	98.6
FONDO	518.17	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	73.64	73.64	13.8	86.2
Nº40	115.06	186.70	35.03	63.6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	53.71	240.41	45.1	53.49
FONDO	285.09	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	525.50		ANTES DE LAVAR	525.50



LIMITES DE ATTERBERG						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	----	145.19	124.33	39.48	24.58	24.49
4	----	178.36	153.40	51.10	24.40	
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)						
1	20	37.25	29.72	16.72	57.92	55.02
2	25	38.74	31.03	16.86	54.41	
3	31	40.73	32.56	17.02	52.57	
4	37	37.07	30.24	16.80	50.82	
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)						
A	----	11.11	10.93	9.29	10.98	10.86
B	----	10.86	10.73	9.52	10.74	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	1 %	SUCS			CH	
ARENA	45 %	LÍMITE LÍQUIDO:			55 %	
FINOS	53 %	LÍMITE PLÁSTICO:			11 %	
AASHTO	A-7-6	ÍNDICE PLÁSTICO:			44 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

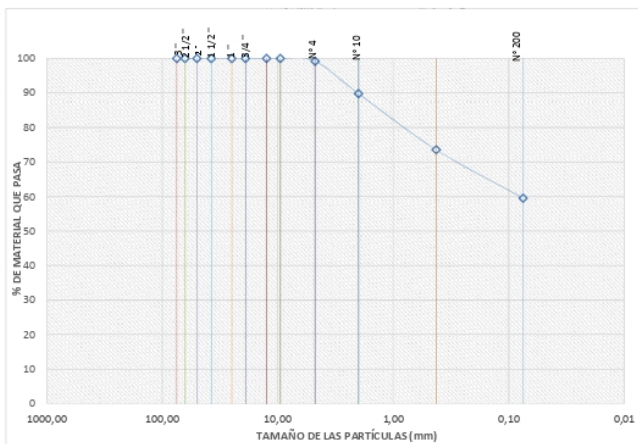


CLASIFICACION DE SUELOS



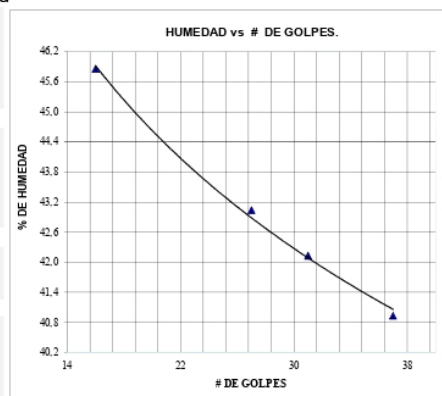
PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	4.50 m - 5.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	4	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Daniel León						728386	9551462	937

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	3.61	3.61	0.8	99.2
FONDO	438.38	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	41.75	41.75	9.4	89.8
Nº40	72.51	114.26	25.64	73.5
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	62.57	176.83	39.7	59.50
FONDO	265.16	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		441.99	ANTES DE LAVAR	441.99

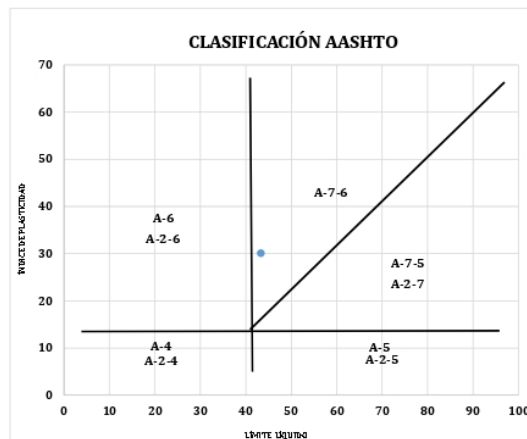
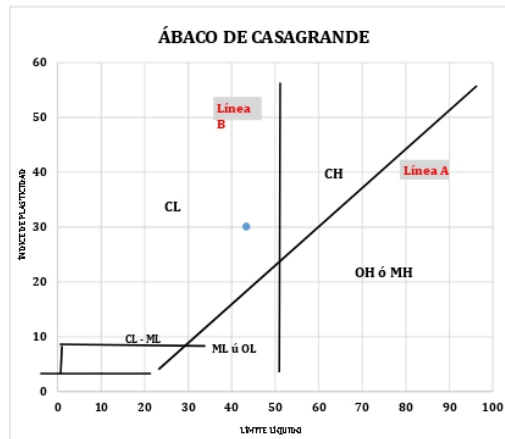


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	----	135,92	110,58	39,00	35,40	34,08
4	----	137,29	113,21	39,71	32,76	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	16	38,30	31,50	16,67	45,85	43,33
2	27	39,36	32,59	16,86	43,04	
3	31	34,98	29,60	16,83	42,13	
4	37	37,66	31,77	17,38	40,93	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	----	11,59	11,33	9,41	13,54	13,23
B	----	11,05	10,86	9,39	12,93	



CLASIFICACIÓN		
GRAVA	1 %	SUCS
ARENA	40 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	60 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



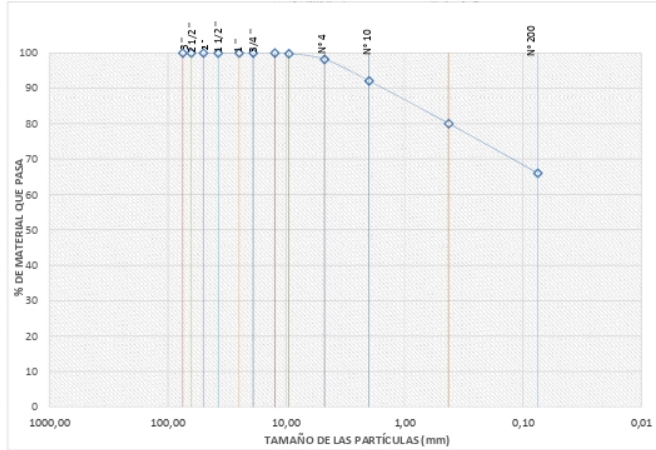
CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	5.50 m - 6.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	5	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAVADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Daniel León						728386	9551462	937

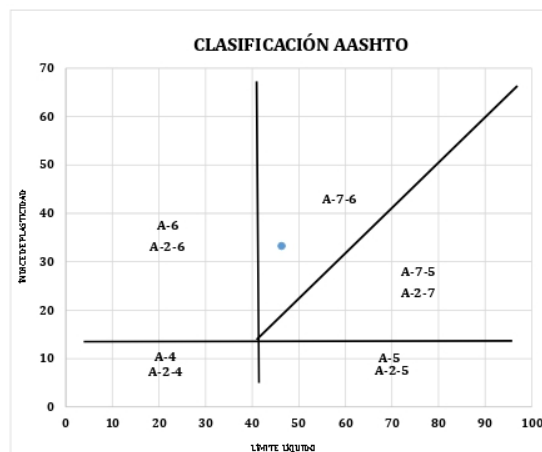
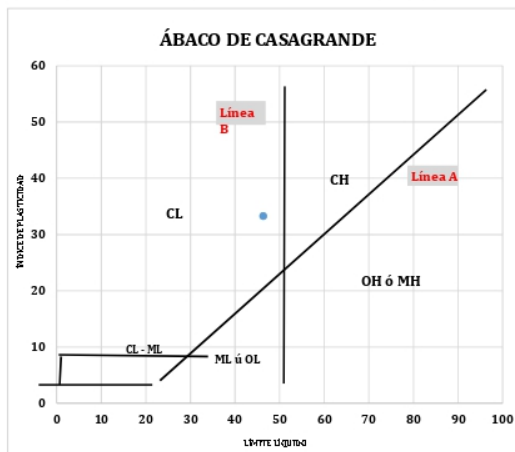
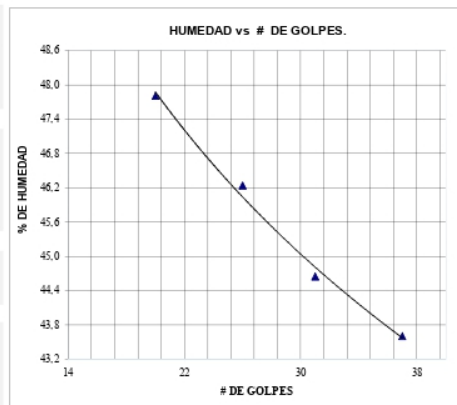
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	0.77	0.77	0.2	99.8
Nº4	5.47	6.24	1.8	98.2
FONDO	336.83	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	21.18	21.18	6.1	92.1
Nº40	42.16	63.34	18.13	80.1
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	49.01	112.35	32.2	66.03
FONDO	230.72	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		343.07	ANTES DE LAVAR	343.07



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	----	135,11	105,02	40,70	46,78	46,18
4	----	132,83	103,77	40,00	45,57	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
1	20	39,12	31,71	16,21	47,81	46,31
2	26	37,72	31,14	16,91	46,24	
3	31	37,36	31,19	17,37	44,65	
4	37	38,98	32,23	16,75	43,60	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
A	----	11,15	10,96	9,40	12,18	13,03
B	----	11,05	10,85	9,41	13,89	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	2 %	SUCS			CL	
ARENA	32 %	LIMITE LIQUIDO:			46 %	
FINOS	66 %	LIMITE PLASTICO:			13 %	
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			33 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil - Geotecnia
RUC: 980195130701171000
CIP: 037899443

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

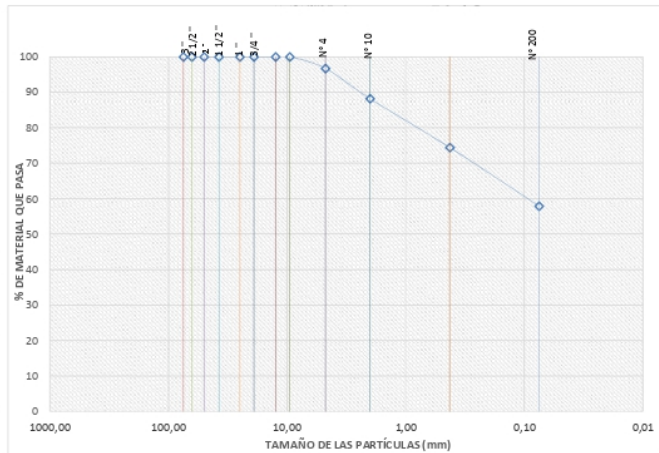


CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	6.50 m - 7.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	6	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Daniel León						728386	9551462	937

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	13,11	13,11	3,3	96,7
FONDO	384,64	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	35,07	35,07	8,5	88,2
Nº40	56,59	91,66	22,29	74,4
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	68,03	159,69	38,8	57,88
FONDO	238,06	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		397,75	ANTES DE LAVAR	397,75



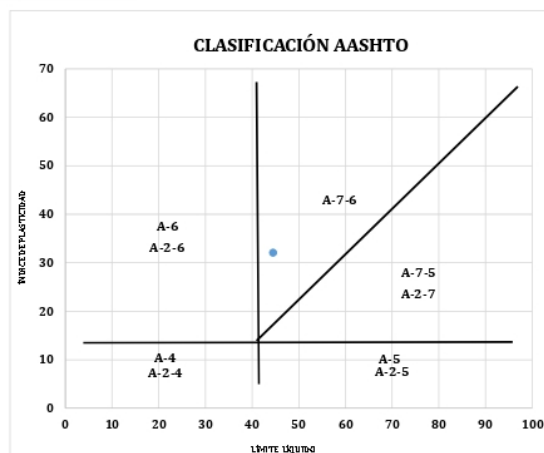
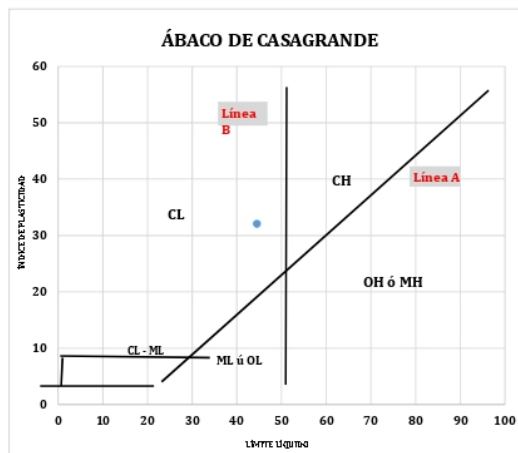
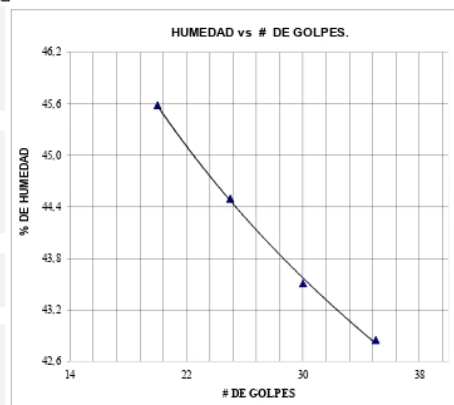
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	150,25	120,44	49,58	42,07	42,62
4	---	151,53	120,42	48,37	43,18	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	20	41,27	33,58	16,71	45,58	44,48
2	25	40,88	33,28	16,20	44,50	
3	30	42,30	34,49	16,54	43,51	
4	35	41,55	34,00	16,38	42,85	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	---	12,54	12,2	9,30	11,72	12,40
B	---	11,89	11,58	9,21	13,08	

CLASIFICACIÓN		
GRAVA	3 %	SUCS
ARENA	39 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	58 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

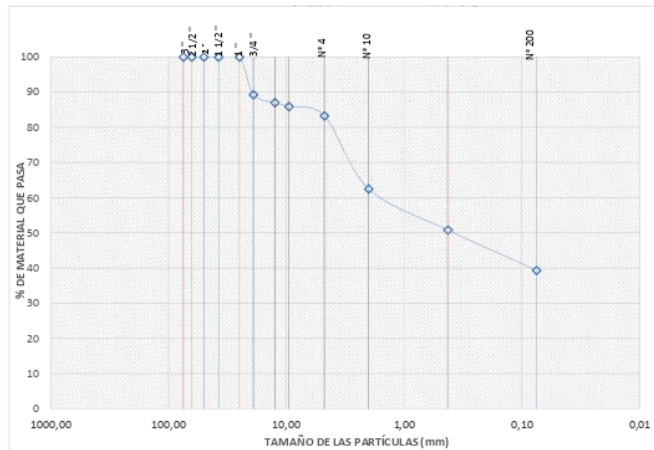


CLASIFICACION DE SUELOS



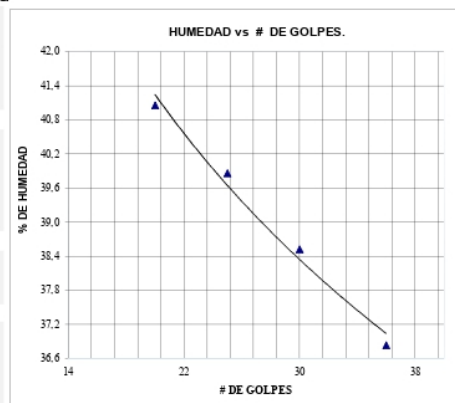
PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	7.50 m - 8.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	7	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Daniel León						728386	9551462	937

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	20.77	20.77	10.7	89.3
1/2"	4.30	25.07	13.0	87.0
3/8"	2.16	27.23	14.1	85.9
Nº4	5.12	32.35	16.7	83.3
FONDO	160.93	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	48.14	48.14	20.7	62.5
Nº40	27.19	75.33	32.45	50.8
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	26.55	101.88	43.9	39.37
FONDO	91.40	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	193.28		ANTES DE LAVAR	193.28

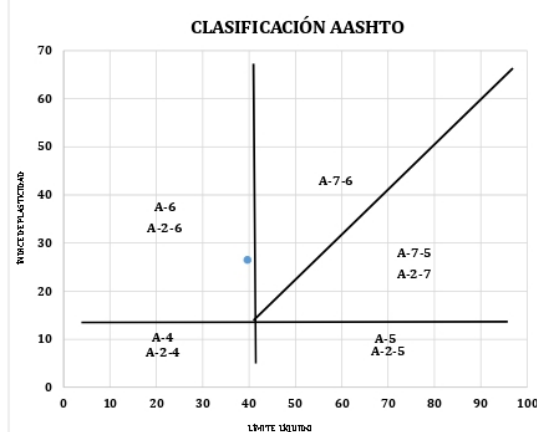
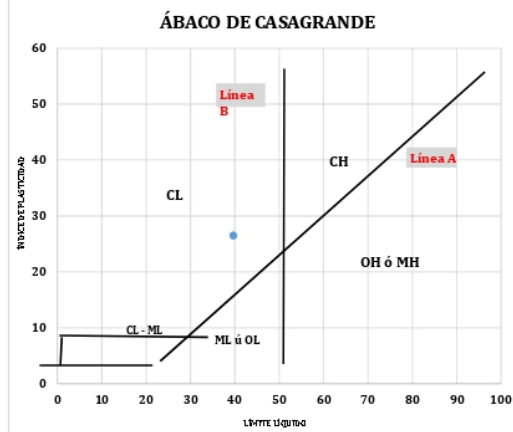


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	93,75	79,07	48,54	48,08	48,04
4	---	81,51	70,26	46,82	47,99	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
1	20	41,27	34,11	16,67	41,06	39,65
2	25	40,85	33,97	16,71	39,86	
3	30	39,58	33,12	16,35	38,52	
4	36	37,54	31,89	16,55	36,83	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
A	---	11,47	11,21	9,31	13,68	13,13
B	---	11,08	10,89	9,38	12,58	



CLASIFICACIÓN		
GRAVA	17 %	SUCS
ARENA	44 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	39 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:



Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil - Geotecnia
RUC: 09713074177000
CUI: 0379954483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

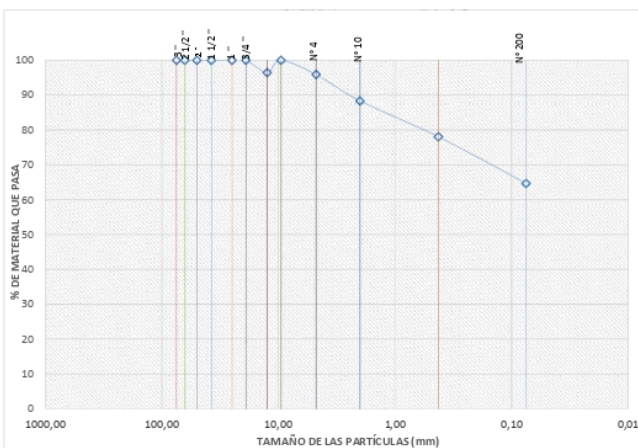


CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DANIEL LEÓN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	8.50 m - 9.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Zamora				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	8	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Daniel León						728386	9551462	937

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	8.50	8.50	3.5	96.5
3/8"	8.50	-	-	100.0
Nº4	9.93	9.93	4.1	95.9
FONDO	230.04	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	18.83	18.83	7.5	88.3
Nº40	25.76	44.59	17.81	78.0
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	33.56	78.15	31.2	64.64
FONDO	161.82	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		239.97	ANTES DE LAVAR	239.97



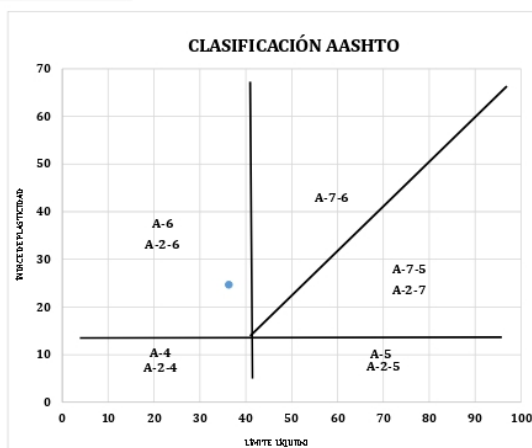
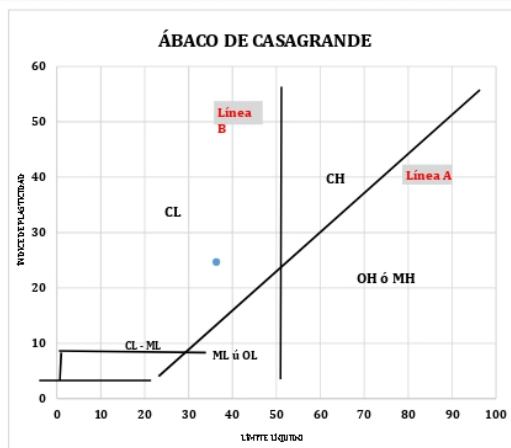
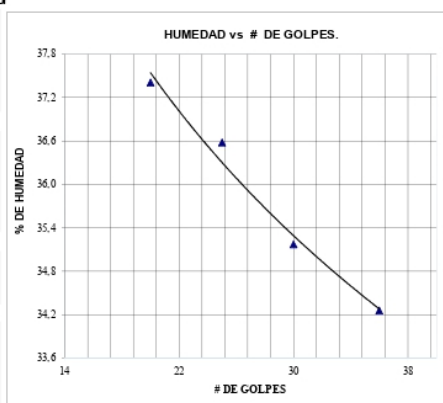
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	116.56	94.64	45.82	44.90	43.61
4	---	115.06	95.44	49.09	42.33	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	20	41.27	34.57	16.66	37.41	36.30
2	25	42.01	35.21	16.62	36.58	
3	30	39.87	33.81	16.58	35.17	
4	36	39.99	34.05	16.71	34.26	

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	---	13.41	12.98	9.41	12.04	11.63
B	---	13.12	12.75	9.45	11.21	

CLASIFICACIÓN			
GRAVA	4 %	SUCS	CL
ARENA	31 %	LIMITE LIQUIDO:	36 %
FINOS	65 %	LIMITE PLASTICO:	12 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	25 %



Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil, Geotécnico
REG. QUITA: 9871-2016-1770000
CUI: 837954413

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-06

 CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCIÓN		ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jpaladines92@gmail.com		ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es		GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS-GEOTECNIA			
REGISTRO DE SONDEOS									
PROYECTO		Estudio Geotécnico para la construcción de la obra Casa del Artesano, ubicada en la ciudad de Zamora, Cantón Zamora.							
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE		CANTÓN ZAMORA	PARROQUIA ZAMORA	CALLE JUAN MONTALVO	PROFUNDIDAD 0 m - 5 m		
POZO Nº	1		REVISADO POR		ING. JUAN PABLO PALADINES		COORDENADAS		
ENSAYADO POR	ING. ALEX FIGUEROA		FECHA DE ENSAYO		4/7/2021		X		728517
SOLICITA	SRA. MARIANA ULLOA		EQUIPO		SPT		Y		9551389
							Z		916

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	ID	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0,50		0,00			Suelo: Capa de material vegetal		
1,00		0,00			Suelo: Capa de material vegetal		
1,50	4,00	8,00			Suelo: Arenas Arcillosas CH = 35,22, LL = 39, LP = 16, IP = 23		
2,00	4,00	7,00					
2,50	3,00	5,00			Suelo: Arcillas de baja plasticidad CH = 49,62, LL = 49, LP = 19, IP = 30		
3,00	3,00	6,00					
3,50	4,00	4,00			Suelo: Arcillas de baja plasticidad CH = 48,77, LL = 39, LP = 15, IP = 24		
4,00	2,00	9,00					
4,50	3,00	7,00			Suelo: Arcillas de baja plasticidad CH = 44,66, LL = 37, LP = 14, IP = 23		
5,00	4,00						
	5,00						
	7,00	12,00					

Observaciones: No existe nivel freático



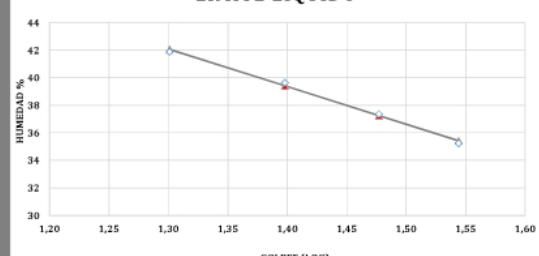
ING. JUAN PABLO PALADINES
RESPONSABLE DE LABORATORIO

 CARAN INGENIERIA /CONSULTORIA /CONSTRUCCIÓN		ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com		ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es		GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS-GEOTECNIA				
CLASIFICACIONES										
PROYECTO		Estudio Geotécnico para la construcción de la obra Casa del Artesano, ubicada en la ciudad de Zamora, Cantón Zamora.								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	CALLE						
	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	ZAMORA	JUAN MONTALVO						
SONDEO	SPT 1	MUESTRA		1						
ENSAYADO POR	SR. JORGE CORREA									
SOLICITA	SRA. MARIANA ULLOA									
		GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	CÁPSULA	W %	RESULTADO			
CONTENIDO DE AGUA		60,53	49,32	16,92	34,60					
		50,23	41,41	16,80	35,84	35,22				
LÍMITE LÍQUIDO	20	50,23	40,37	16,83	41,89					
	25	43,43	35,88	16,83	39,63					
	30	43,26	36,03	16,68	37,36					
	35	40,21	34,12	16,84	35,24	39,41				
LÍMITE PLÁSTICO		13,38	12,86	9,41	15,07					
		13,14	12,58	9,23	16,72	15,89				
GRANULOMETRÍA										
PESO INICIAL		200,00	(H/S)	H						
PESO INICIAL DE CÁLCULO:				200,00						
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA							
1 1/2"	0,00	0	100							
1"	0,00	0	100							
3/4"	0,00	0	100							
1/2"	0,00	0	100							
3/8"	0,00	0	100							
No. 4	1,23	1	99							
No. 10	26,64	13	86							
No. 40	72,95	36	63							
No. 200	103,10	51	48							
				CLASIFICACIÓN						
				GRAVA	1					
				ARENA	51					
				FINOS	48					
				LL =	39,00					
				LP =	16,00					
				IP =	23,00					
				SUCS:	SC					
				AASHTO:	A-6					
				IG(86):	7					
				IG(45):	7					
				ARENA ARCILLOSA						

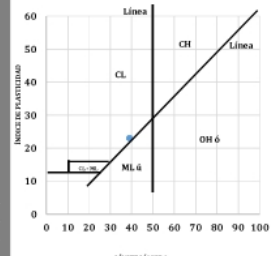


ING. JUAN PABLO PALADINES
RESPONSABLE DE LABORATORIO

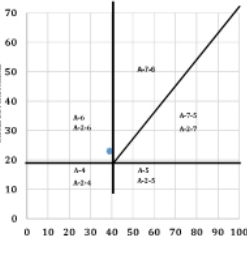
LÍMITE LÍQUIDO



ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO



 CARAN INGENIERIA /CONSULTORIA /CONSTRUCCIÓN		ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com		ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es		GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS -GEOTECNIA		
CLASIFICACIONES								
PROYECTO	Estudio Geotécnico para la construcción de la obra Casa del Artesano, ubicada en la ciudad de Zamora, Cantón Zamora.							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	CALLE				
	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	ZAMORA	JUAN MONTALVO				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA		2				
ENSAYADO POR	SR. JORGE CORREA							
SOLICITA	SRA. MARIANA ULLOA							
					PROFUNDIDAD	2,00 m - 3,00 m		
					REVISADO POR	ING. JUAN PABLO PALADINES		
					COORDENADAS	X	Y	Z
						728517	9551389	916

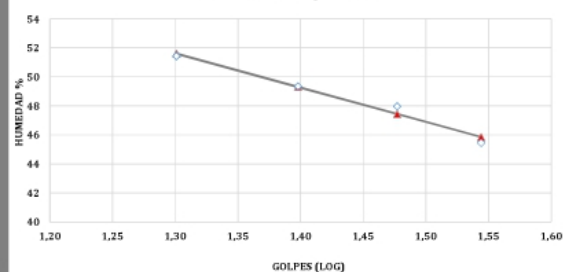
	GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	CÁPSULA	W %	RESULTADO
CONTENIDO DE AGUA		47,73 55,06	37,31 42,46	16,80 16,45	50,80 48,44	49,62
LÍMITE LÍQUIDO	20 25 30 35	43,40 46,47 45,52 41,65	34,28 36,43 36,40 33,89	16,55 16,09 17,39 16,82	51,44 49,36 47,97 45,46	49,32
LÍMITE PLÁSTICO		13,70 13,55	12,99 12,93	9,28 9,52	19,14 18,18	18,66

GRANULOMETRÍA			
PESO INICIAL	200,00	(H/S)	H
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200,00
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1 1/2"	0,00	0	100
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	4,55	2	98
No. 40	23,24	12	88
No. 200	54,24	27	73

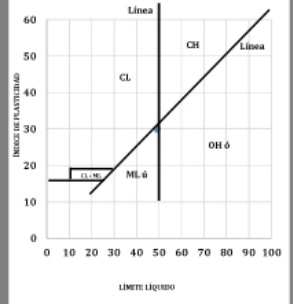
CLASIFICACIÓN	
GRAVA	0
ARENA	27
FINOS	73
LL =	49,00
LP =	19,00
IP =	30,00
SUCS:	CL
AASHTO:	A-7-6
IG(86):	21
IG(45):	17

ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD	
 ING. JUAN PABLO PALADINES RESPONSABLE DE LABORATORIO	

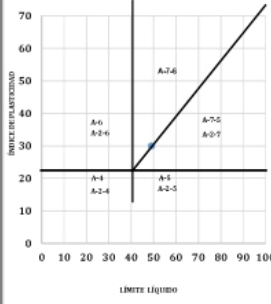
LÍMITE LÍQUIDO



ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO



 CARAN INGENIERIA /CONSULTORIA /CONSTRUCCIÓN		ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com		ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es		GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS -GEOTECNIA				
CLASIFICACIONES										
PROYECTO		Estudio Geotécnico para la construcción de la obra Casa del Artesano, ubicada en la ciudad de Zamora, Cantón Zamora.								
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	CALLE	PROFUNDIDAD		3,00 m - 4,00 m		
		ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	ZAMORA	JUAN MONTALVO					
SONDEO		SPT 1	MUESTRA		3	REVISADO POR		ING. JUAN PABLO PALADINES		
ENSAYADO POR		SR. JORGE CORREA				COORDENADAS		X	Y	Z
SOLICITA		SRA. MARIANA ULLOA						728517	9551389	916

	GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	CÁPSULA	W %	RESULTADO
CONTENIDO DE AGUA		50,21	39,34	16,85	48,33	48,77
		51,03	39,77	16,89	49,21	
LÍMITE LÍQUIDO	19	50,41	40,50	16,66	41,57	39,10
	25	46,13	37,84	16,76	39,33	
	30	45,91	37,92	16,72	37,69	
	35	46,28	38,72	17,37	35,41	
LÍMITE PLÁSTICO		13,73	13,15	9,40	15,47	15,15
		13,66	13,11	9,40	14,82	

GRANULOMETRÍA			
PESO INICIAL	200,00	(H/S)	H
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200,00
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1 1/2"	0,00	0	100
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	1,11	1	99
No. 10	6,73	3	96
No. 40	29,05	14	85
No. 200	67,65	34	66

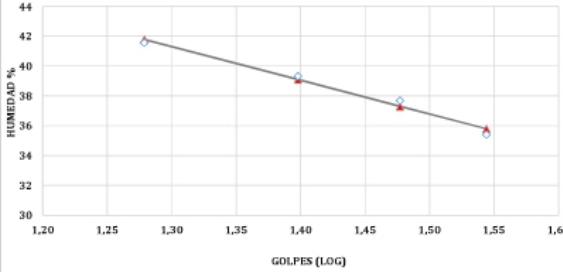
CLASIFICACIÓN	
GRAVA	1
ARENA	34
FINOS	66
LL =	39,00
LP =	15,00
IP =	24,00
SUCS:	CL
AASHTO:	A-6
IG(86):	13
IG(45):	12

ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD	
LL =	39,00
LP =	15,00
IP =	24,00

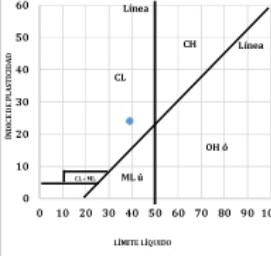


ING. JUAN PABLO PALADINES
RESPONSABLE DE LABORATORIO

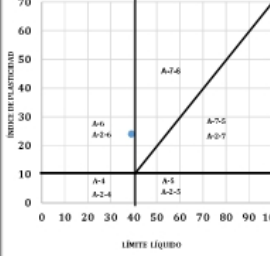
LÍMITE LÍQUIDO



ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO

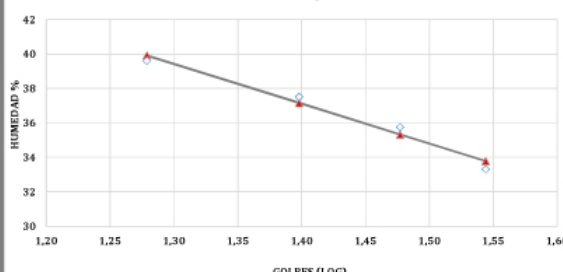


 CARAN INGENIERIA /CONSULTORIA /CONSTRUCCIÓN		ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com		ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es		GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS -GEOTECNIA			
CLASIFICACIONES									
PROYECTO		Estudio Geotécnico para la construcción de la obra Casa del Artesano, ubicada en la ciudad de Zamora, Cantón Zamora.							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	CALLE					
	ZAMORA CHINCHIPE	ZAMORA	ZAMORA	JUAN MONTALVO					
SONDEO	SPT 1	MUESTRA		4					
ENSAYADO POR	SR. JORGE CORREA								
SOLICITA	SRA. MARIANA ULLOA								
		GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	CÁPSULA	W %	RESULTADO		
CONTENIDO DE AGUA			47,12 46,34	37,48 37,21	16,20 16,47	45,30 44,02	44,66		
LÍMITE LÍQUIDO		19 25 30 35	48,47 45,87 44,61 46,47	39,47 37,94 37,29 38,91	16,75 16,80 16,82 16,21	39,61 37,51 35,76 33,30	37,16		
LÍMITE PLÁSTICO			14,01 14,14	13,43 13,53	9,21 9,24	13,74 14,22	13,98		
GRANULOMETRÍA									
PESO INICIAL		200,00	(H/S)	H					
PESO INICIAL DE CÁLCULO:				200,00					
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA						
1 1/2"	0,00	0	100						
1"	0,00	0	100						
3/4"	0,00	0	100						
1/2"	0,00	0	100						
3/8"	0,00	0	100						
No. 4	2,11	1	99						
No. 10	7,14	4	95						
No. 40	28,79	14	85						
No. 200	71,13	35	64						
 ING. JUAN PABLO PALADINES RESPONSABLE DE LABORATORIO									

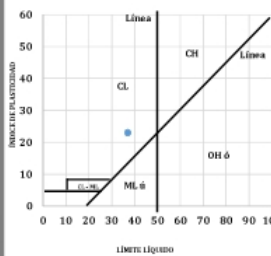
CLASIFICACIÓN	
GRAVA	1
ARENA	35
FINOS	64
LL =	37,00
LP =	14,00
IP =	23,00
SUCS:	CL
AASHTO:	A-6
IG(86):	12
IG(45):	11

ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD

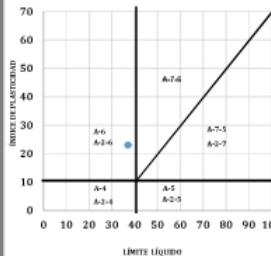
LÍMITE LÍQUIDO



ÁBACO DE CASAGRANDE

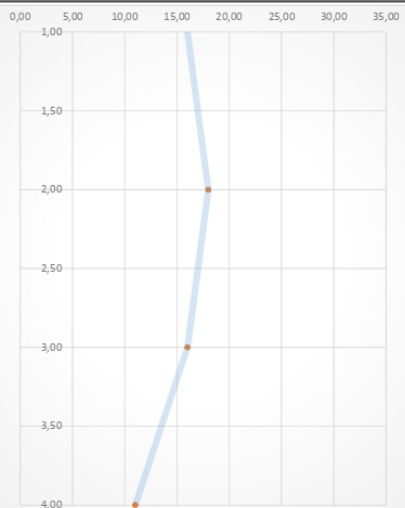
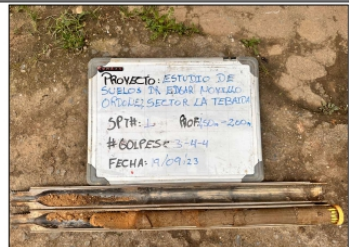


CLASIFICACIÓN AASHTO



SPT-07

	CARAN INGENIERIA /CONSULTORIA /CONSTRUCCIÓN	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS -GEOTECNIA		
RÉGISTRO DE SONDEOS						
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE TRES PLANTAS CON PROYECCIÓN A CUATRO EN LA PROPIEDAD DEL DR. EDGAR NOVILLO ORDOÑEZ UBICADO EN EL SECTOR LA TEBAIDA DE LA CIUDAD DE LOJA					
LOCALIZACIÓN:	Sector La Tebaida, Ciudad Loja, Provincia de Loja			PROFUNDIDAD:	0 m - 6 m	
POZO N°	1	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines		X	699338
ENSAYADO POR:	Ing. Alex Figueroa	FECHA DE ENSAYO:	19/9/2023		Y	9556579
SOLICITA:	Dr. Edgar Novillo	EQUIPO:	SPT		Z	2088

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0,00		0,00			Suelo: Cobertura Vegetal		 
0,50	5,00 7,00 8,00	15,00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 25,45 , LL 48= , IP = 25		
2,00	8,00 8,00 10,00	18,00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH= 26,61 , LL = 47, IP = 26		
3,00	6,00 8,00 8,00	16,00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 27,93 , LL = 38 , IP = 15		
4,00	6,00 5,00 6,00	11,00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 31,9 , LL = 49, IP = 25		
5,00	9,00 15,00 18,00	33,00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 25,29 , LL = 39 , IP = 22		


 Juan Pablo Paladines B.
 Ingeniero Civil - Geotecnia
 MSc. 0979956482
 C.O. 087904883

ING. JUAN PABLO PALADINES	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	



LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA - CARAN"

Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.: 0979956482 - 097810516 - Correo: jopaladines92@gmail.com



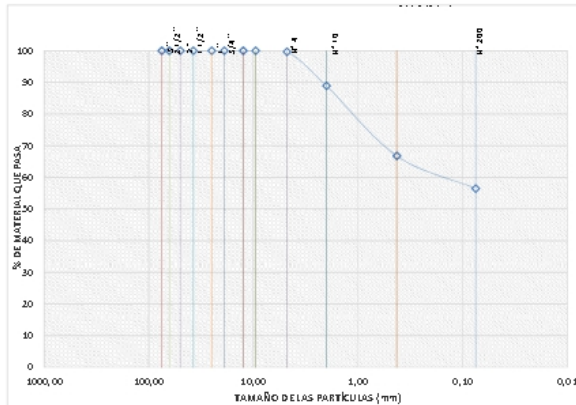
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. GUANUCHE SOLORZANO YANICK ALEXANDER UBICADO EN LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	0 m - 2.0 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		El Minero			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	1	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Guanuche Solorzano Yanick					729105	9551711	942

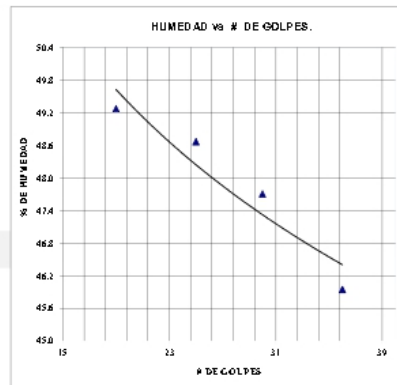
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	2.40	2.40	0.4	99.6
FONDO	668.07	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	72.34	72.34	10.75	88.9
Nº40	148.89	221.23	32.88	66.8
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	69.29	290.52	43.18	56.47
FONDO	379.95	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	670.47	ANTES DE LAVAR	670.47



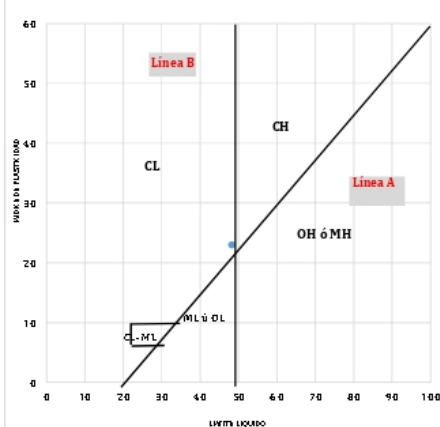
LIMITES DE ATTERBERG

		HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)				
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	----	154,23	132,90	47,89	25,09	25,45
10	----	153,10	131,75	49,04	25,81	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
1	19	41,27	33,15	16,67	49,27	48,24
2	25	38,16	31,25	17,05	48,66	
3	30	39,11	32,05	17,25	47,70	
4	36	40,25	33,00	17,22	45,94	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
A	----	12,55	11,95	9,45	24,00	25,21
B	----	13,04	12,34	9,69	26,42	

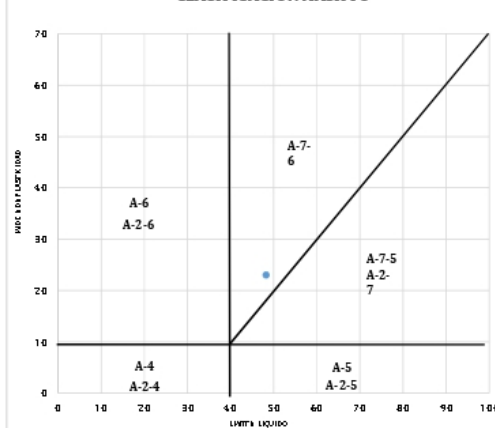


CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	43 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	56 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:

ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL - CONSTRUCTOR
REG. INC. 1851-2016-1751044
CEL.: 0979956482

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES

"GEOFIGMA - CARAN"

Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.: 0979956482 - 0997810516 - Correo: jppaladines92@gmail.com



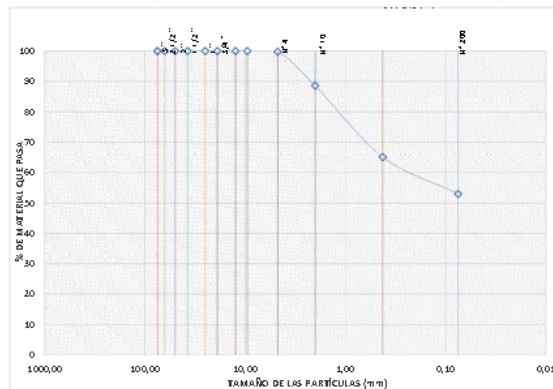
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. GUANUCHE SOLORZANO YANICK ALEXANDER UBICADO EN LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTON		SECTOR	PROFUNDIDAD	2.0m - 3.0 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		El Minero				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	2	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Guanuche Solorzano Yanick						729105	9551711	942

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	1,19	1,19	0,2	99,8
FONDO	728,91	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	82,32	82,32	11,26	88,6
Nº40	171,68	254,00	34,73	65,1
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	88,32	342,32	46,81	53,03
FONDO	387,78	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	730,10	ANTES DE LAVAR	730,10



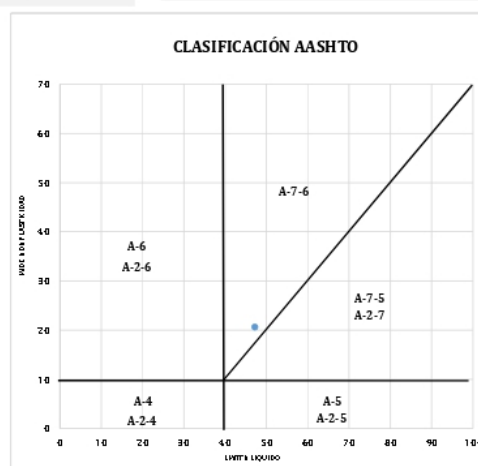
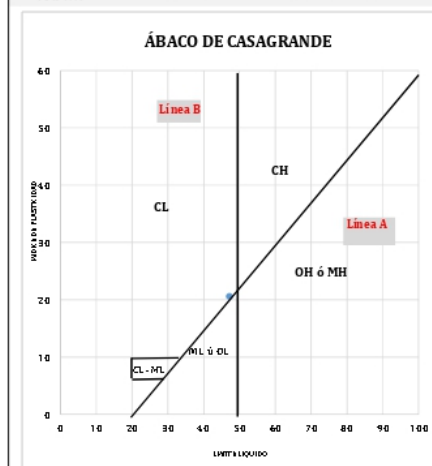
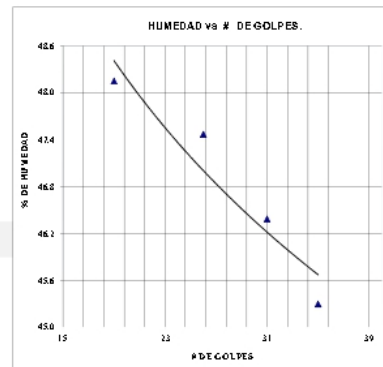
LIMITES DE ATTERBERG

		HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)		% HUMEDAD	% PROMEDIO
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO		
26	----	143,70	124,07	25,91	26,61
16	----	152,83	130,67	27,30	

		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		% HUMEDAD	% PROMEDIO
Nº	Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO		
1	19	41,05	33,25	48,15	47,18
2	26	38,19	31,45	47,46	
3	31	42,47	34,71	46,38	
4	35	40,11	32,89	45,29	

		LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)		% HUMEDAD	% PROMEDIO
Nº	Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO		
A	----	12,58	12,05	25,60	26,55
B	----	13,24	12,55	27,49	

		CLASIFICACIÓN		CL
GRAVA	0 %	SUCS		
ARENA	47 %	LÍMITE LÍQUIDO:	47 %	21 %
FINOS	53 %	LÍMITE PLÁSTICO:	27 %	
AASHTO	A-7-6	ÍNDICE PLÁSTICO:	21 %	



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL-CONSULTOR
RUC: 18512016-1751046
CEL: 0979956482

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA - CARAN"

Manuelita Caliztranes y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chiriquí
Tel.: 0979956482 - 0997810516 - Correo: jopaladines92@gmail.com



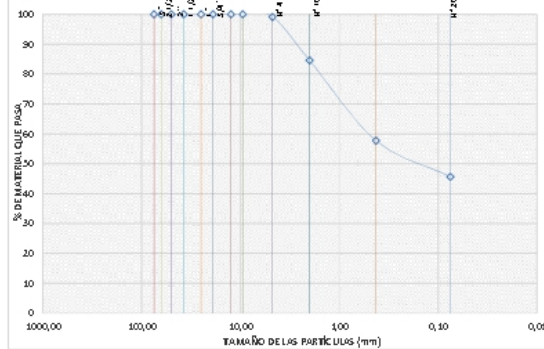
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. GUANUCHE SOLORZANO YANICK ALEXANDER UBICADO EN LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTON		SECTOR	PROFUNDIDAD	3,0m - 4,0 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		El Minero				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Guanche Solorzano Yanick						729105	9551711	942

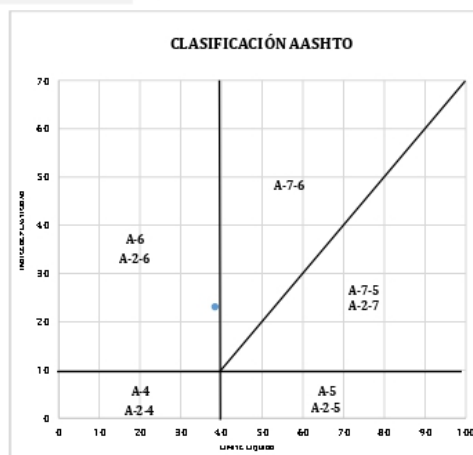
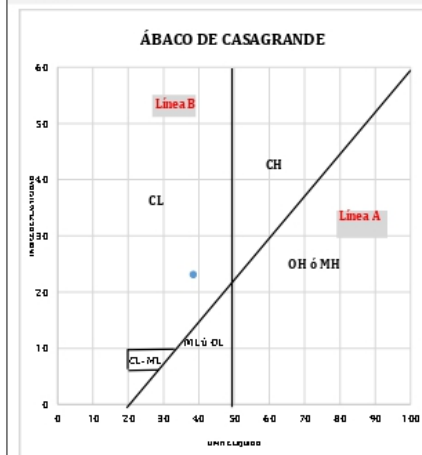
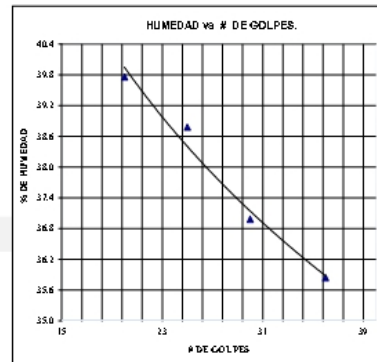
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	613	613	0.9	99.1
FONDO	69843	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	103.33	103.33	14.54	84.6
Nº40	190.90	294.23	41.40	57.7
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	86.07	380.30	53.51	45.62
FONDO	324.26	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	704.56	ANTES DE LAVAR	704.56



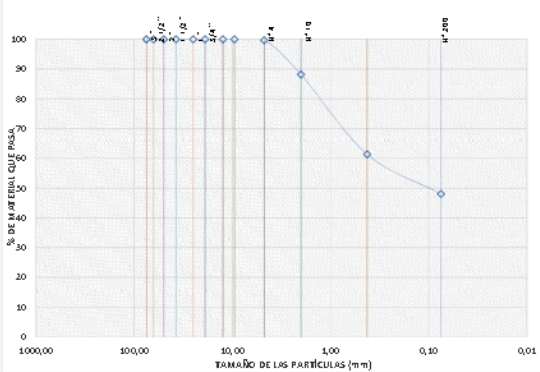
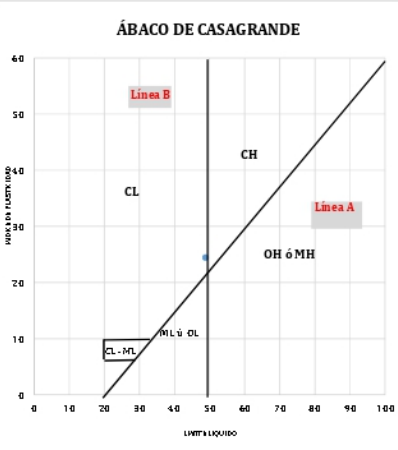
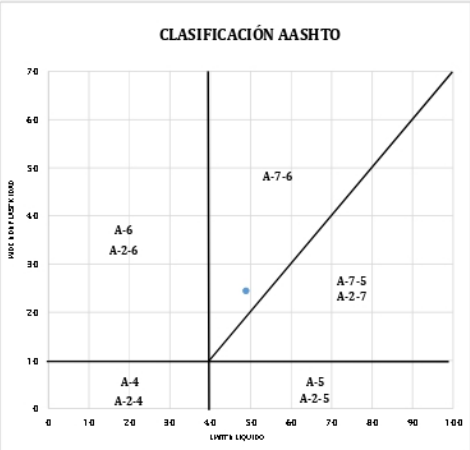
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
48	...	148.03	126.16	47.14	27.68
46	...	141.23	120.49	46.92	28.19
UMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)					
1	20	41.05	34.12	16.69	39.76
2	25	38.16	32.25	17.01	38.78
3	30	39.77	33.69	17.25	36.98
4	36	40.16	34.01	16.85	35.84
UMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)					
A	...	13.29	12.81	9.47	14.37
B	...	13.55	13.09	10.25	15.28



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL CONSULTOR
RUC: 0979956482
CIS: 6879956482

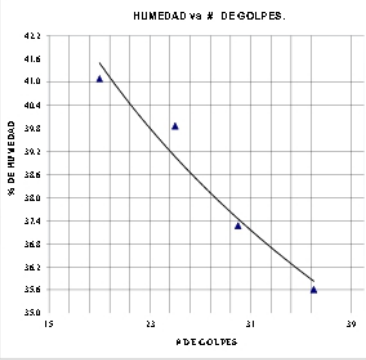
ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

		LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA - CARAN" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979956482 - 0997810516 - Correo: jopaladines92@gmail.com						
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06								
PROYECTO 'ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. GUANUCHE SOLORZANO YANICK ALEXANDER UBICADO EN LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE'								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA Zamora Chinchipe		CANTÓN Zamora		SECTOR El Minero	PROFUNDIDAD 4,0m - 5,0 m		
SONDEO	SPT 1 	MUESTRA 4	COLOR Café claro		REVISADO POR Ing. Juan Pablo Paladines			
ENSAYADO POR Ing. Alex Figueiroa					COORDENADAS	X 729105	Y 9551711	
SOLICITA Sr. Guanuche Solorzano Yanick						Z 942		
GRANULOMETRIA (ASTM D422)								
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA				
3"	-	-	-	100,0				
2 1/2"	-	-	-	100,0				
2"	-	-	-	100,0				
1 1/2"	-	-	-	100,0				
1"	-	-	-	100,0				
3/4"	-	-	-	100,0				
1/2"	-	-	-	100,0				
3/8"	-	-	-	100,0				
Nº4	1,57	1,57	0,2	99,8				
FONDO	643,56	-	-	-				
Nº8	-	-	-	-				
Nº10	74,95	74,95	11,59	88,2				
Nº40	173,09	248,04	38,35	61,4				
Nº50	-	-	-	-				
Nº100	-	-	-	-				
Nº200	86,32	334,36	51,70	48,05				
FONDO	310,77	-	-	-				
TOTAL DE MUESTRA		645,13	ANTES DE LAVAR	645,13				
LIMITES DE ATTERBERG								
Nº TARRO	Nº GOLPES	HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)		PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO	
30	----	104,71	88,77	42,57	34,50	31,90		
32	----	129,30	111,12	49,05	29,29			
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)								
1	19	43,11	34,15	16,25	50,06			
2	26	40,26	32,61	17,05	49,16	48,82		
3	31	39,22	32,12	17,21	47,62			
4	36	44,25	35,39	16,36	46,56			
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)								
A	----	14,22	13,25	9,45	25,53	24,35		
B	----	15,76	14,52	9,17	23,18			
CLASIFICACIÓN								
GRAVA	0 %	SUCS		CL				
ARENA	52 %	LIMITE LIQUIDO:		49 %				
FINOS	48 %	LIMITE PLASTICO:		24 %				
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:		24 %				
								
								
 ING. JUAN PABLO PALADINES B. RESPONSABLE DE LABORATORIO								

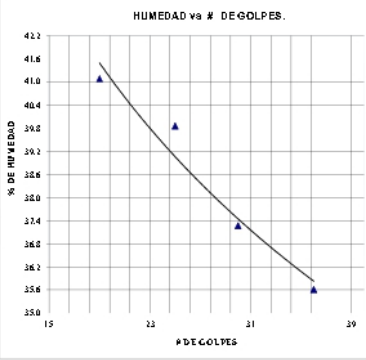
	LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA - CARAN" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979956462 - 0997810516 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06					
PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. GUANUCHE SOLORZANO YANICK ALEXANDER UBICADO EN LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE"				
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA Zamora Chinchipe	CANTÓN Zamora	SECTOR El Minero	PROFUNDIDAD 5.0m - 6.0 m	
SONDEO	SPT 1	MUESTRA 5	COLOR Café claro	REVISADO POR Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa			COORDENADAS	
SOLICITA	Sr. Guanuche Solorzano Yanick			X 729105	Y 9551711
				Z 942	

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	1.73	1.73	0.2	99.8
FONDO	701.11	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	83.98	83.98	11.92	87.8
Nº40	165.15	249.13	35.36	64.4
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	97.18	346.31	49.15	50.60
FONDO	356.53	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	702.84	ANTES DE LAVAR	702.84

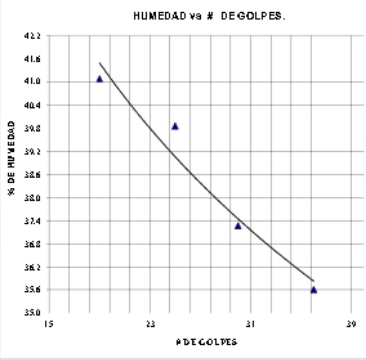
LIMITES DE ATTERBERG						
Nº TARRO	Nº GOLPES	HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)			% HUMEDAD	% PROMEDIO
		PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO		
6	----	157.36	135.61	51.11	25.74	25.29
14	----	160.62	137.97	46.79	24.84	

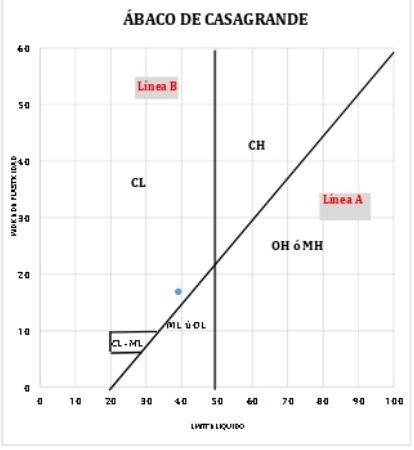


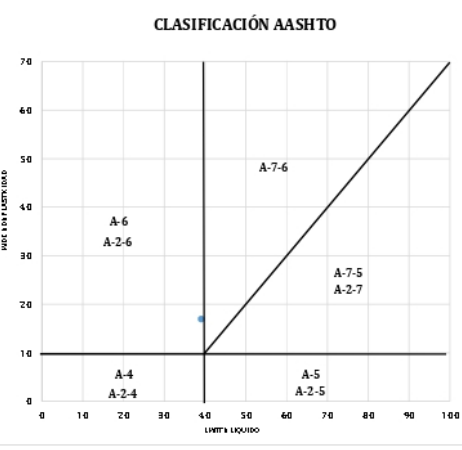
LIMITES DE ATTERBERG						
Nº TARRO	Nº GOLPES	HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)			% HUMEDAD	% PROMEDIO
		PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO		
1	19	41.28	34.12	16.69	41.08	39.05
2	25	39.57	33.15	17.04	39.85	
3	30	40.26	33.85	16.65	37.27	
4	36	39.11	33.37	17.25	35.61	



CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	49 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	51 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:

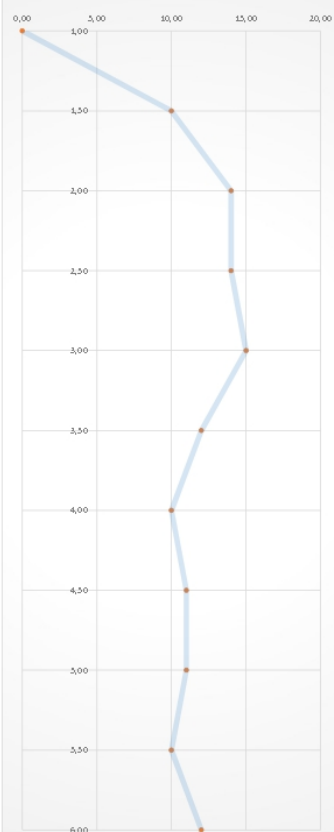







ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

	CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCION	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA MINAS / GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO	ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA				
LOCALIZACIÓN	Barrio Tunanza, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe			PROFUNDIDAD	0 m - 6 m
POZO N°	1	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa	FECHA DE ENSAYO	12/8/2022		
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega	EQUIPO	SPT		
COORDENADAS				X	730464
				Y	9552201
				Z	924

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0.50		0.00			Suelo: Material de Mejoramiento. Torsón $\alpha = 0.60$ m		  
1.00		0.00					
1.50	4.00	10.00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 37.27, LL = 30, IP = 11		
2.00	5.00	14.00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 36.24 LL = 39, IP = 15		
2.50	6.00	12.00		CL	Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad CH = 35.68, LL = 35, IP = 13		
3.00	7.00	11.00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 37.54, LL = 37, IP = 21		
3.50	6.00	11.00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 46.81, LL = 38, IP = 20		
4.00	5.00						
4.50	6.00						
5.00	6.00						
5.50	6.00						
6.00	6.00						


 Juan Pablo Paladines Benitez
 INGENIERO CIVIL - GEOTECNIA
 REG. 2018-003-2018-175-0000
 CUI: 0579956482

ING. JUAN PABLO PALADINES B.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

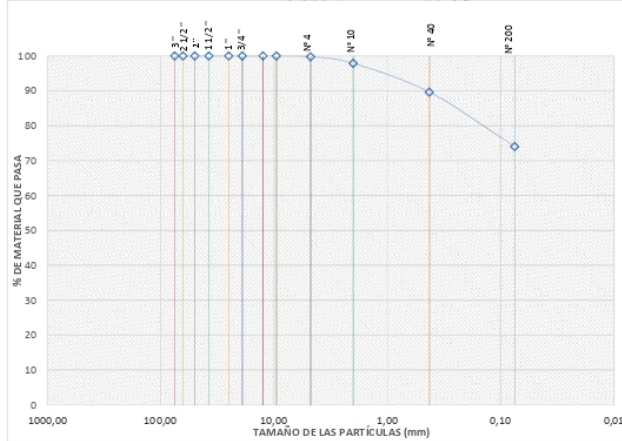


CLASIFICACION DE SUELOS



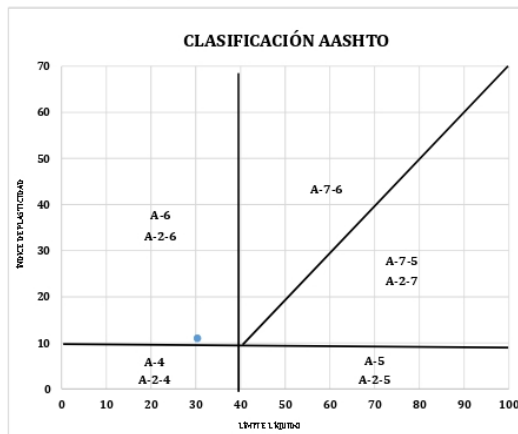
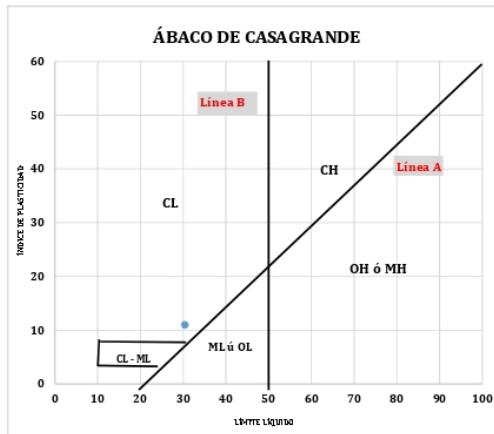
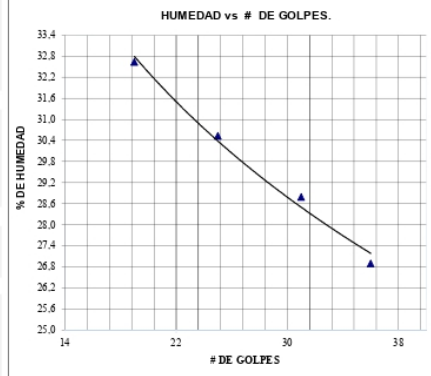
PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTON		BARRIO	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	1	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega					730464	9552201	924

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	0.84	0.84	0.2	99.8
FONDO	420.42	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	8.10	8.10	1.9	97.9
Nº40	34.75	42.85	10.15	89.6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	65.96	108.81	25.8	74.02
FONDO	312.45	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	421.26		ANTES DE LAVAR	421.26



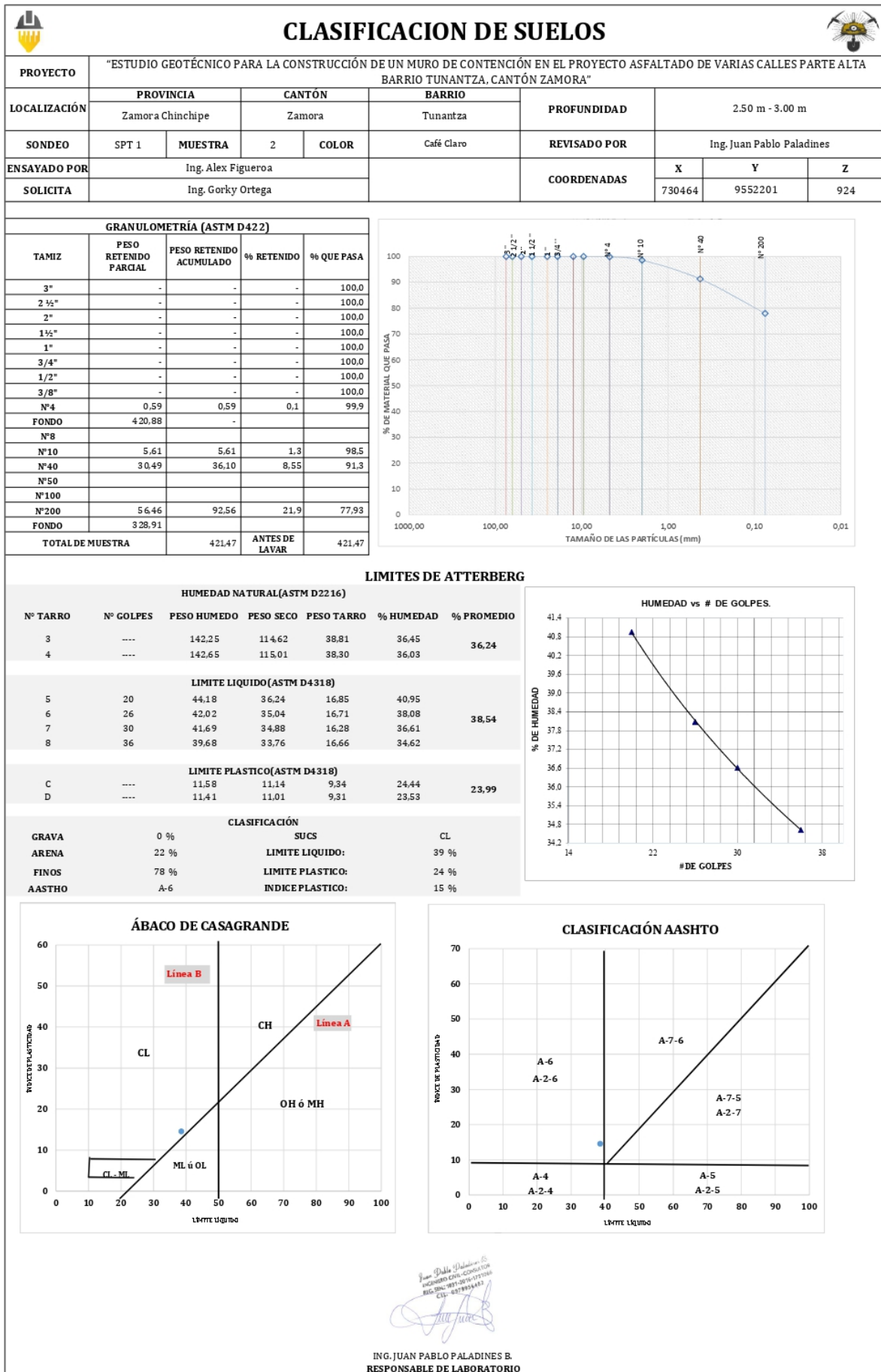
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
1	---	138,93	111,58	38,37	37,36	37,23
2	---	150,34	122,61	47,88	37,11	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	19	41,12	35,17	16,94	32,64	30,38
2	25	39,18	33,95	16,82	30,53	
3	31	39,25	34,20	16,66	28,79	
4	36	37,65	33,25	16,89	26,89	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	---	11,08	10,81	9,41	19,29	19,37
B	---	11,02	10,73	9,24	19,46	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			CL	
ARENA	26 %	LIMITE LIQUIDO:			30 %	
FINOS	74 %	LIMITE PLASTICO:			19 %	
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:			11 %	



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL-GEOTECNICO
REG. SNC: 001-2001-1331044
CIP: 807995449

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



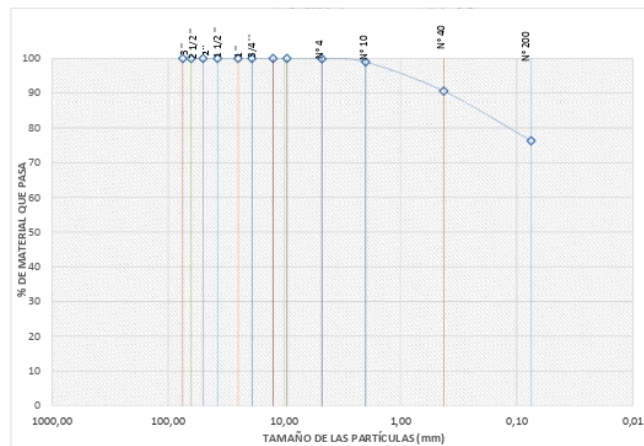


CLASIFICACION DE SUELOS



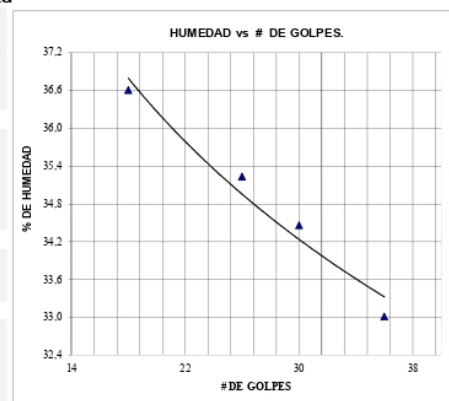
PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega					730464	9552201	924

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 ½"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 ½"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
¾"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	0.45	0.45	0.1	99.9
FONDO	418.94	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	3.98	3.98	0.9	98.9
Nº40	35.16	39.14	9.32	90.6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	60.06	99.20	23.6	76.26
FONDO	320.19	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	419.39	ANTES DE LAVAR	419.39

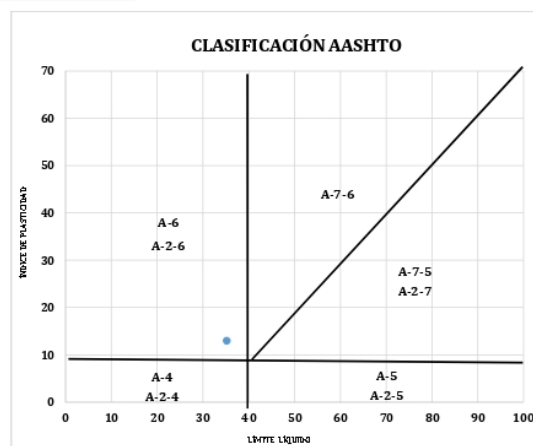
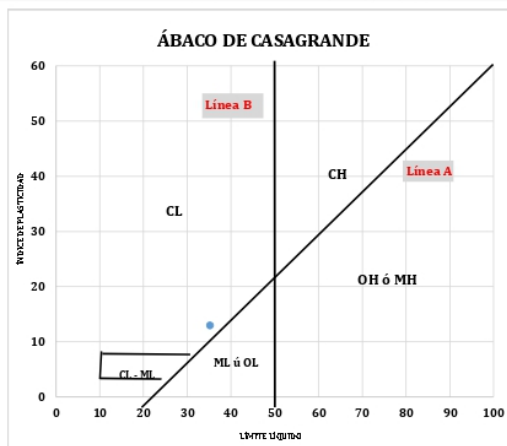


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
5	---	145.26	117.39	39.47	35.77
6	---	180.90	146.83	51.12	35.60
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
9	18	38.29	32.51	16.72	36.61
10	26	39.16	33.35	16.86	35.23
11	30	38.09	32.69	17.02	34.46
12	36	40.37	34.52	16.80	33.01
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
E	---	11.25	10.9	9.29	21.74
F	---	11.15	10.85	9.52	22.56

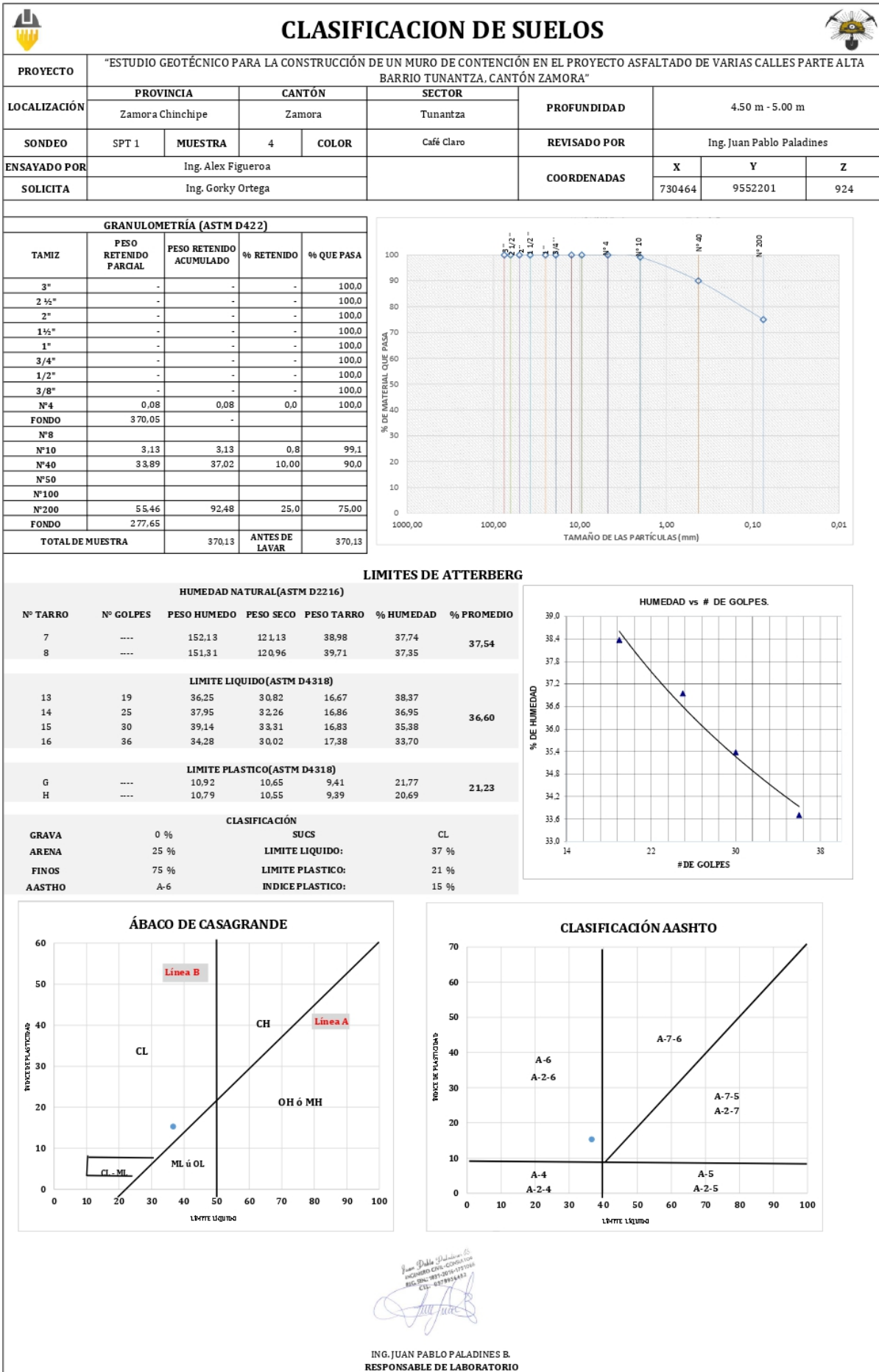


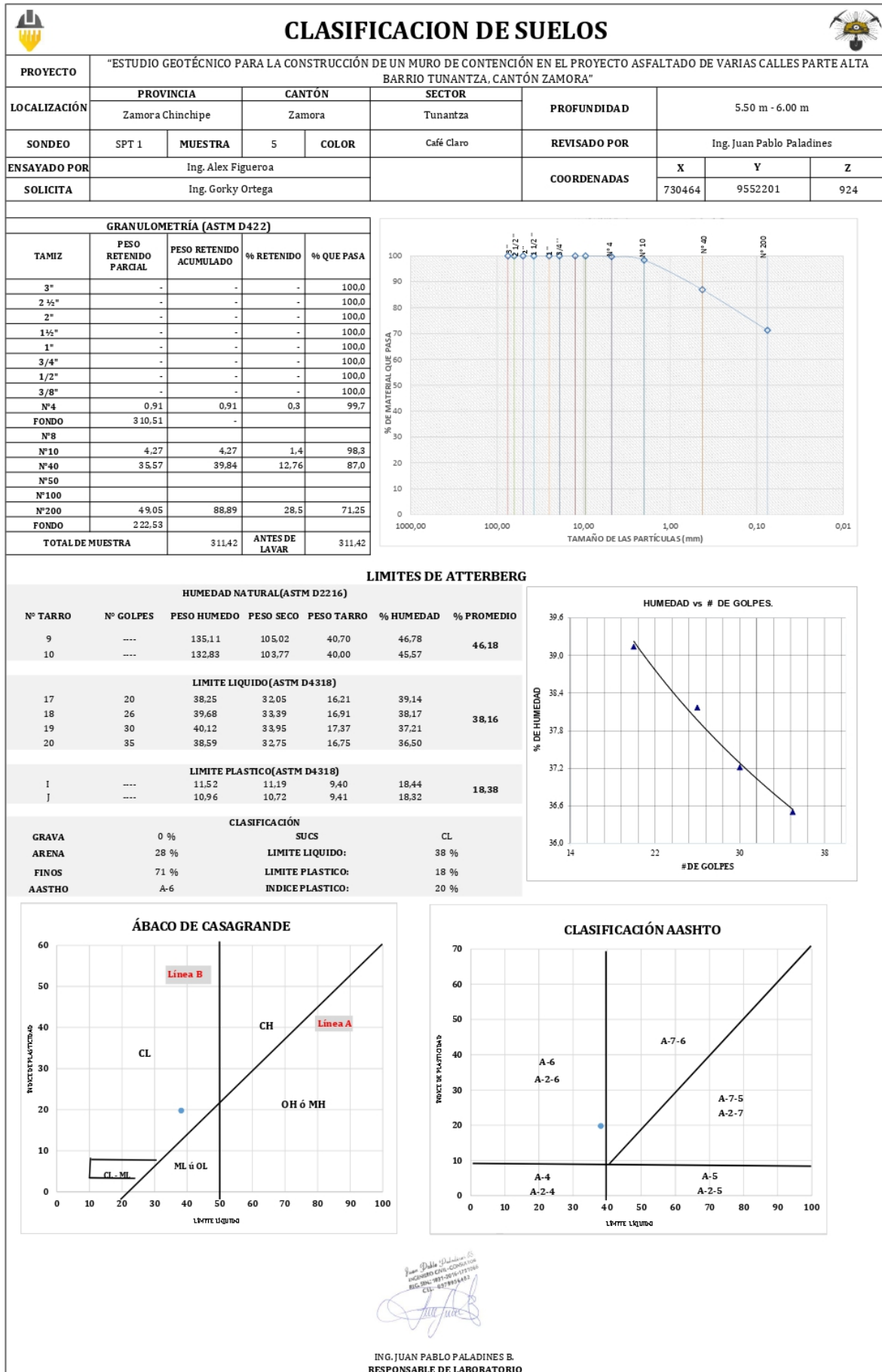
CLASIFICACIÓN			
GRAVA	0 %	SUCS	CL
ARENA	24 %	LIMITE LIQUIDO:	35 %
FINOS	76 %	LIMITE PLASTICO:	22 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	13 %



Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil - Geotecnia
RUC: 0901873076100000000
CUI: 0378004812

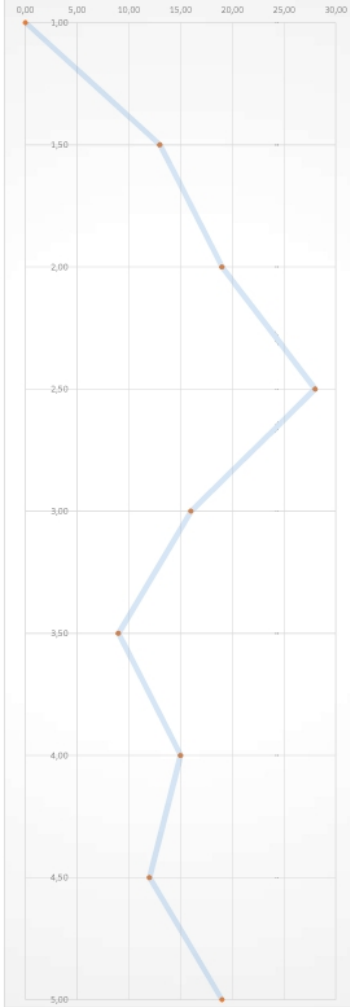
ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO





SPT-09

	CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCIÓN	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982381197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS-GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 2 PLANTAS CON PROYECCIÓN A CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. FANNY EUFEMIA VICENTE CHIMBO, UBICADA EN LA PARROQUIA TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA				
LOCALIZACIÓN:	Ciudad Zamora, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe			PROFUNDIDAD:	0 m - 5 m
POZO N°	1	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines		COORDENADAS:
ENSAYADO POR:	Ing. Alex Figueroa	FECHA DE ENSAYO:	30/9/2022		X 720725
SOLICITA:	Sra. Fanny Vicente Jumbo	EQUIPO:	SPT		Y 9552154
					Z 904

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO	
0,50		0,00			Suelo: Cobertura Vegetal			
1,00		0,00						
1,50	4,00				Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad Contenido de Humedad: 23.51% LL: 63 IP: 45 % Grava: 0 % Arena: 33 % Fino: 67		CH	
	6,00							
	7,00	13,00						
2,00	10,00						CL	
	10,00							
	9,00	19,00						
2,50	4,00				Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad Contenido de Humedad: 34.69% LL: 46 IP: 24 % Grava: 1 % Arena: 43 % Fino: 56		CL	
	17,00							
	11,00	28,00						
3,00	9,00				Suelo: Arenas Arcillosas Contenido de Humedad: 32.54% LL: 33 IP: 24 % Grava: 22 % Arena: 49 % Fino: 29		SC	
	9,00							
	7,00	16,00						
3,50	5,00				Suelo: Arenas Arcillosas Contenido de Humedad: 32.54% LL: 33 IP: 24 % Grava: 22 % Arena: 49 % Fino: 29		SC	
	4,00							
	5,00	9,00						
4,00	6,00				Suelo: Arenas Arcillosas Contenido de Humedad: 33.94% LL: 26 IP: 18 % Grava: 7 % Arena: 53 % Fino: 40	SC		
	7,00							
	8,00	15,00						
4,50	6,00				Suelo: Arenas Arcillosas Contenido de Humedad: 33.94% LL: 26 IP: 18 % Grava: 7 % Arena: 53 % Fino: 40	SC		
	6,00							
	6,00	12,00						
5,00	9,00							
	9,00							
	10,00	19,00						


 ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

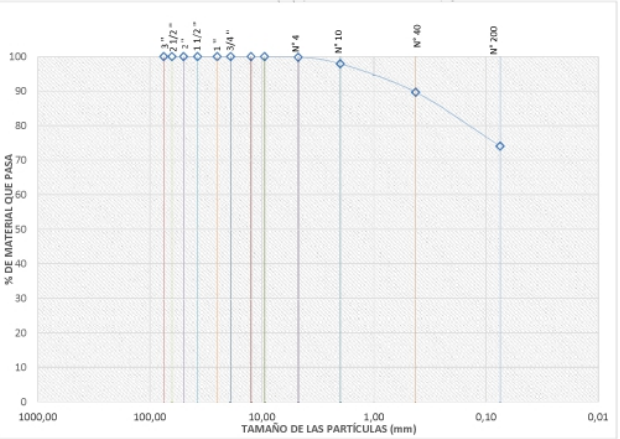


CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		BARRIO	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	1	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega						730464	9552201	924

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
N°4	0,84	0,84	0,2	99,8
FONDO	420,42	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	8,10	8,10	1,9	97,9
N°40	34,75	42,85	10,15	89,6
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	65,96	108,81	25,8	74,02
FONDO	312,45	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		421,26	ANTES DE LAVAR	421,26



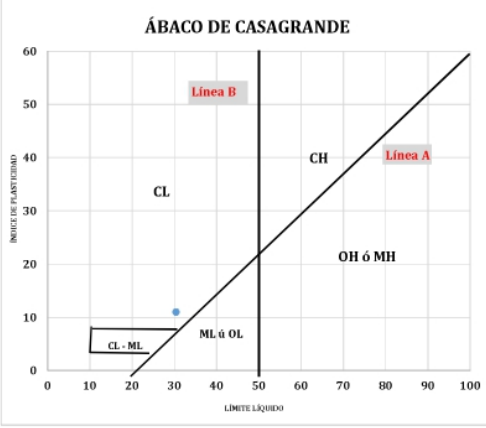
LÍMITES DE ATTERBERG

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
1	----	138,93	111,58	38,37	37,36	37,23
2	----	150,34	122,61	47,88	37,11	

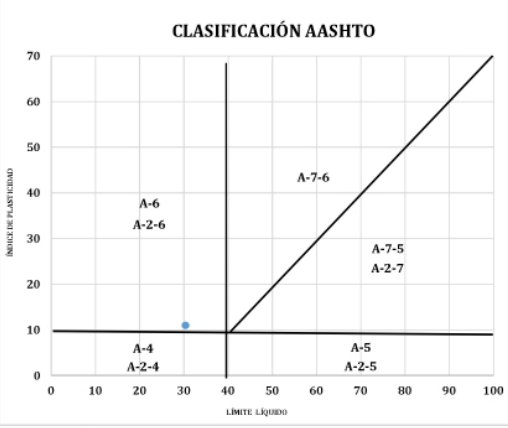
		41,12	35,17	16,94	32,64	30,38
1	19					
2	25	39,18	33,95	16,82	30,53	
3	31	39,25	34,20	16,66	28,79	
4	36	37,65	33,25	16,89	26,89	

		11,08	10,81	9,41	19,29	19,37
A	----					
B	----	11,02	10,73	9,24	19,46	

	GRAVA	0 %	SUCS	CL
	ARENA	26 %	LÍMITE LÍQUIDO:	30 %
	FINOS	74 %	LÍMITE PLÁSTICO:	19 %
	AASHTO	A-6	ÍNDICE PLÁSTICO:	11 %



ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

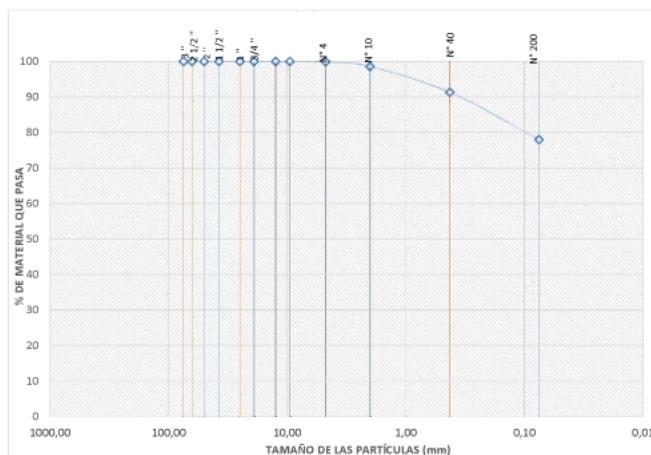


CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		BARRIO	PROFUNDIDAD	2.50 m - 3.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	2	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega						730464	9552201	924

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	0,59	0,59	0,1	99,9
FONDO	420,88	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	5,61	5,61	1,3	98,5
Nº40	30,49	36,10	8,55	91,3
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	56,46	92,56	21,9	77,93
FONDO	328,91	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	421,47	ANTES DE LAVAR	421,47



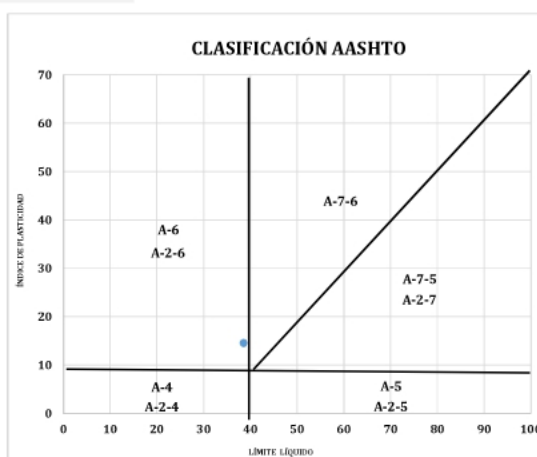
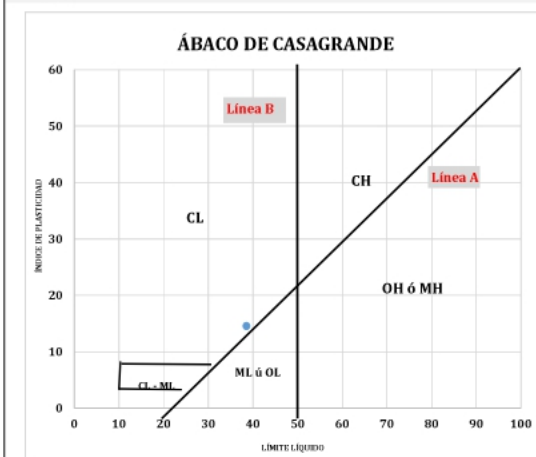
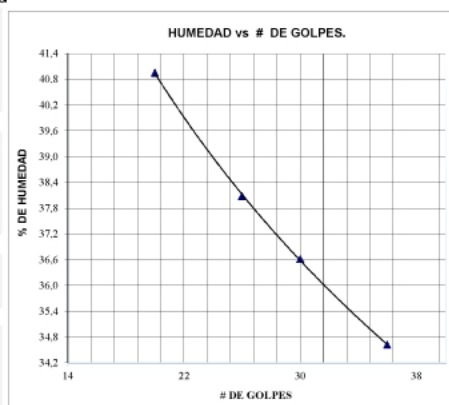
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
3	----	142,25	114,62	38,81	36,45
4	----	142,65	115,01	38,30	36,03

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)				
Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
5	44,18	36,24	16,85	40,95
6	42,02	35,04	16,71	38,08
7	41,69	34,88	16,28	36,61
8	39,68	33,76	16,66	34,62

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)				
Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
C	11,58	11,14	9,34	24,44
D	11,41	11,01	9,31	23,53

CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	22 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	78 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:



Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil-Geotecnia
RUC: 0910101070111000
CUI: 013944483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

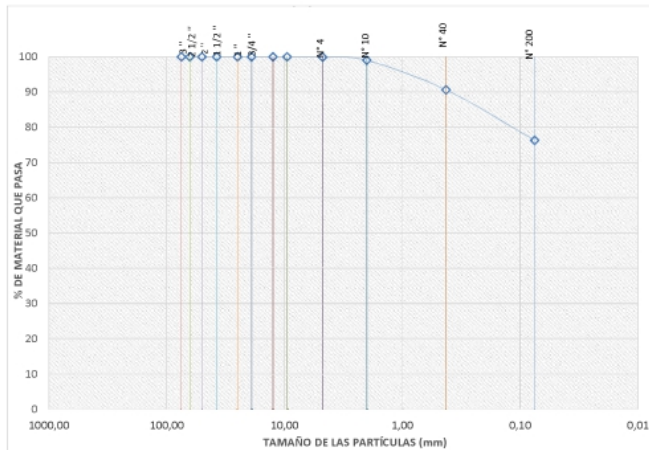


CLASIFICACION DE SUELOS



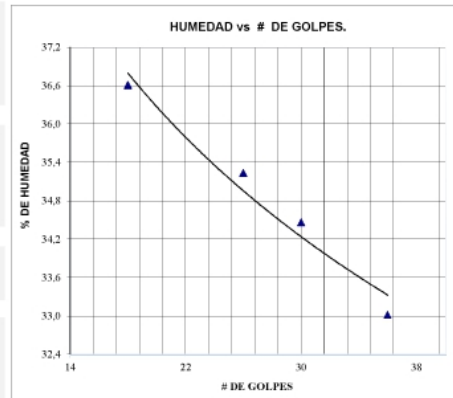
PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega						730464	9552201	924

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	0,45	0,45	0,1	99,9
FONDO	418,94	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	3,98	3,98	0,9	98,9
Nº40	35,16	39,14	9,32	90,6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	60,06	99,20	23,6	76,26
FONDO	320,19	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		419,39	ANTES DE LAVAR	419,39

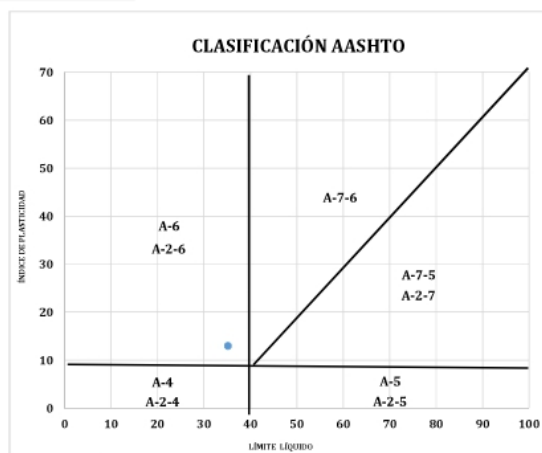
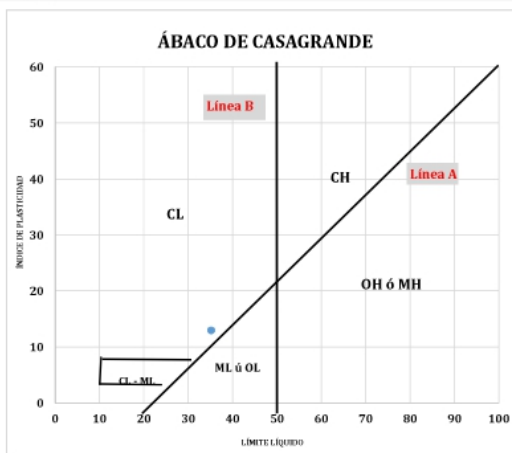


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	145,26	117,39	39,47	35,77	35,68
6	----	180,90	146,83	51,12	35,60	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
9	18	38,29	32,51	16,72	36,61	35,15
10	26	39,16	33,35	16,86	35,23	
11	30	38,09	32,69	17,02	34,46	
12	36	40,37	34,52	16,80	33,01	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
E	----	11,25	10,9	9,29	21,74	22,15
F	----	11,15	10,85	9,52	22,56	



CLASIFICACIÓN			
GRAVA	0 %	SUCS	CL
ARENA	24 %	LIMITE LIQUIDO:	35 %
FINOS	76 %	LIMITE PLASTICO:	22 %
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:	13 %



Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL-CONSTRUCTOR
REG-ING-1884-2006-1711006
CUI-1879954461

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

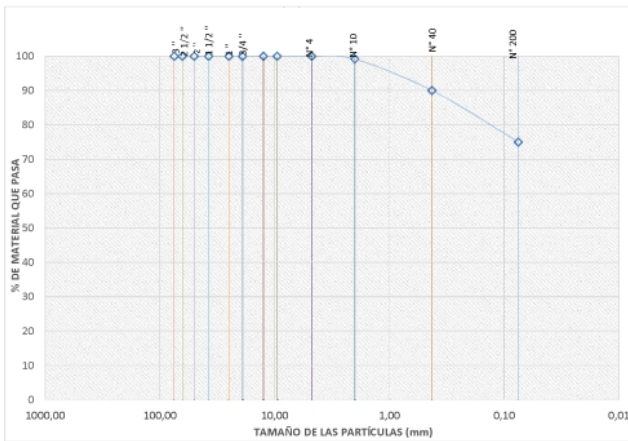


CLASIFICACION DE SUELOS



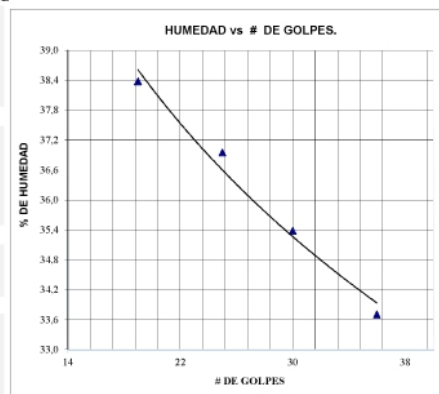
PROYECTO	"ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN EL PROYECTO ASFALTADO DE VARIAS CALLES PARTE ALTA BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	4.50 m - 5.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	4	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Ing. Gorky Ortega						730464	9552201	924

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	0,08	0,08	0,0	100,0
FONDO	370,05	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	3,13	3,13	0,8	99,1
Nº40	33,89	37,02	10,00	90,0
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	55,46	92,48	25,0	75,00
FONDO	277,65	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	370,13	ANTES DE LAVAR	370,13

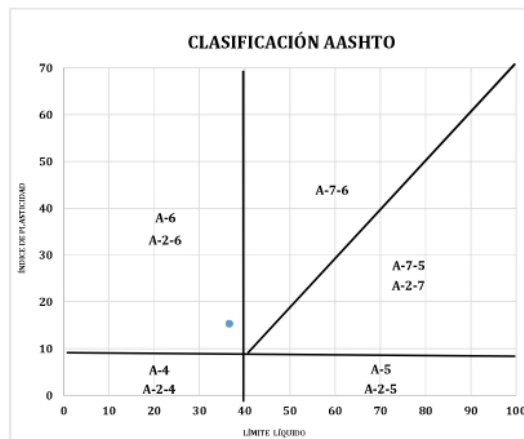
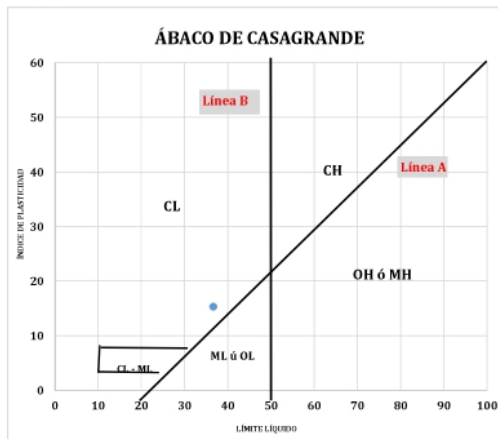


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
7	----	152,13	121,13	38,98	37,74	37,54
8	----	151,31	120,96	39,71	37,35	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
13	19	36,25	30,82	16,67	38,37	36,60
14	25	37,95	32,26	16,86	36,95	
15	30	39,14	33,31	16,83	35,38	
16	36	34,28	30,02	17,38	33,70	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
G	----	10,92	10,65	9,41	21,77	21,23
H	----	10,79	10,55	9,39	20,69	

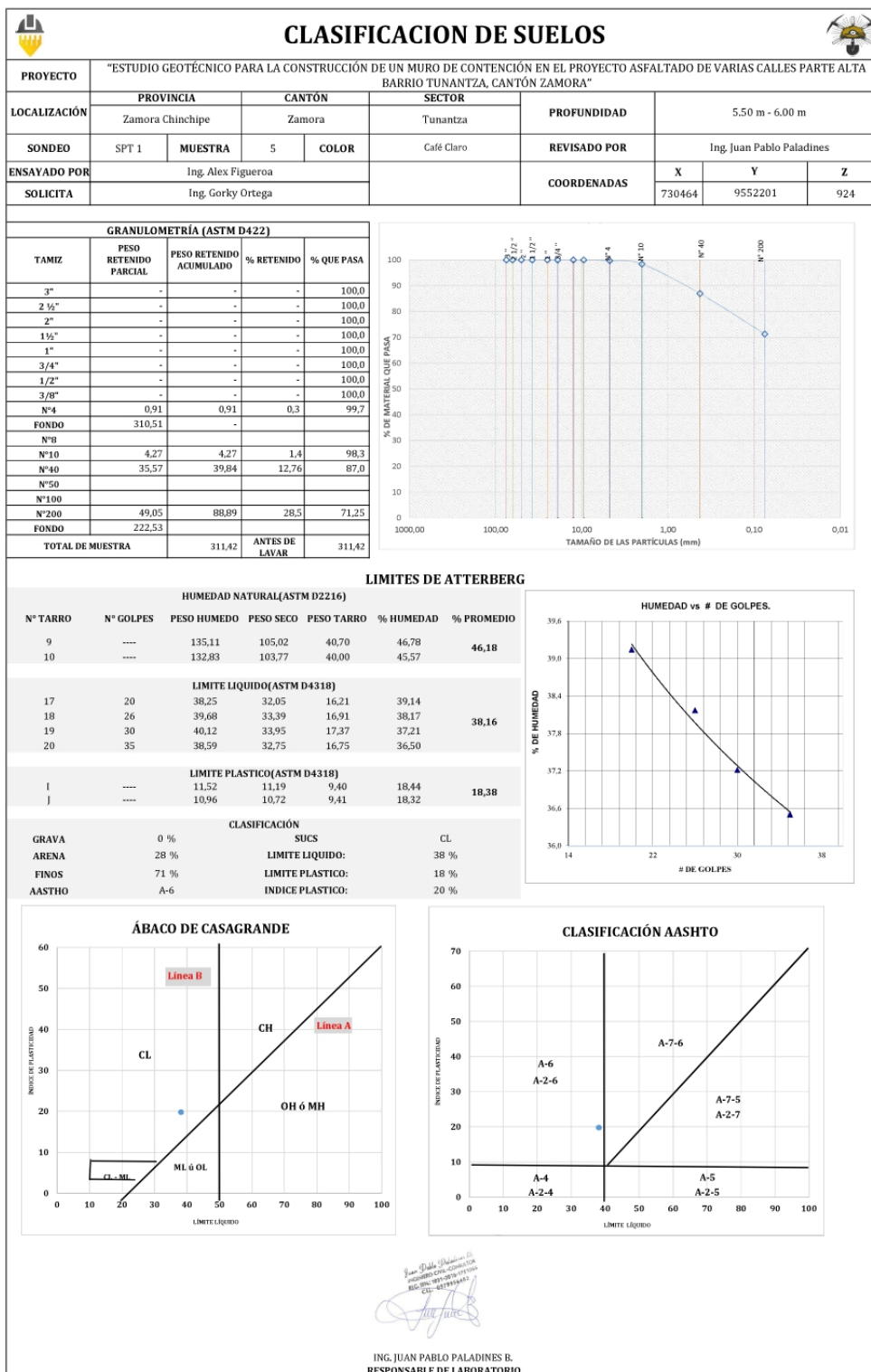


CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	25 %	LIMITE LIQUIDO:
FINOS	75 %	LIMITE PLASTICO:
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:



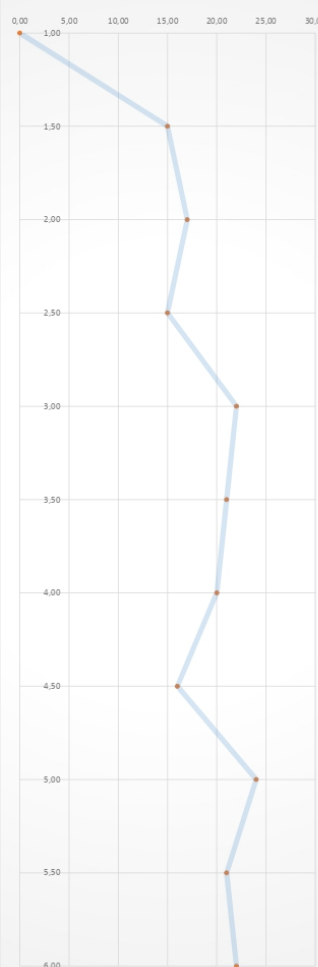
Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil-Geotecnia
BOLSA: 001-2016-111100
CUI: 017944483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



SPT-10

	CARAN INGENIERIA / CONSTRUCCIÓN	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA MINAS - GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO:		"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. ROSA LUCERO, UBICADO EN EL BARRIO TUNANZA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE"			
LOCALIZACIÓN:		Barrio Tunanza, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe		PROFUNDIDAD:	0 m - 6 m
POZO N°	1	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines	COORDENADAS:	X: 730598
ENSAYADO POR:	Ing. Alex Figueroa	FECHA DE ENSAYO:	13/12/2022	COORDENADAS:	Y: 9552050
SOLICITA:	Sra. Rosa Lucero	EQUIPO:	SPT	COORDENADAS:	Z: 917

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0.50		0.00			Suelo: Cobertura Vegetal		  
1.00		0.00					
1.50	6.00				Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad Contenido de Humedad: 24.96% LL: 50 IP: 38 % Grava: 1 % Arena: 28 % Finos: 71		
2.00	7.00	15.00		CH			
2.50	8.00				Suelo: Arcillas de Mediana Plasticidad Contenido de Humedad: 27.46% LL: 48 IP: 35 % Grava: 1 % Arena: 36 % Finos: 63		
3.00	9.00	15.00		CL			
3.50	10.00				Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad Contenido de Humedad: 30.04% LL: 51 IP: 39 % Grava: 0 % Arena: 34 % Finos: 66		
4.00	7.00	17.00		CH			
4.50	10.00				Suelo: Arcillas de Alta Plasticidad Contenido de Humedad: 26.91% LL: 51 IP: 36 % Grava: 2 % Arena: 38 % Finos: 60		
5.00	11.00	21.00		CH			
5.50	10.00				Suelo: Arcillas de Mediana Plasticidad Contenido de Humedad: 28.31% LL: 49 IP: 36 % Grava: 0 % Arena: 38 % Finos: 62		
6.00	11.00	22.00		CL			


 ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

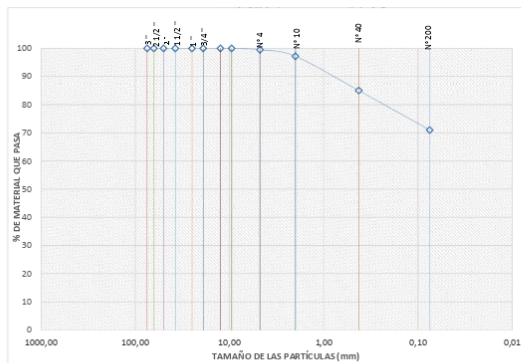


CLASIFICACION DE SUELOS

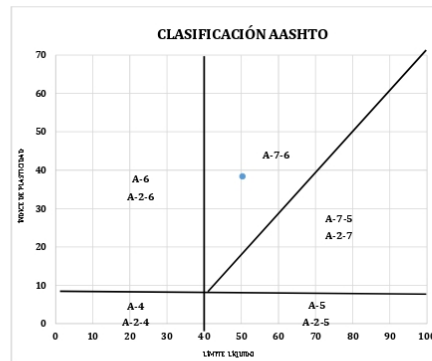
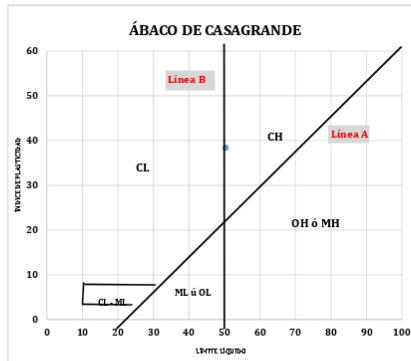
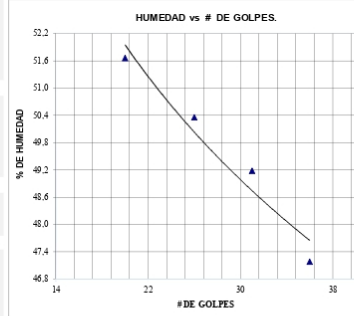


PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. ROSA LUCERO, UBICADO EN EL BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	1	COLOR	Amarillo	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sra. Rosa Lucero					730608	9552044	917

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	0.73	0.73	0.5	99.5
FONDO	477.45	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	10.97	10.97	2.3	97.2
Nº40	58.57	69.54	14.46	85.0
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	67.16	136.70	28.4	71.03
FONDO	341.48	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	136.70	ANTES DE LAVAR	478.18

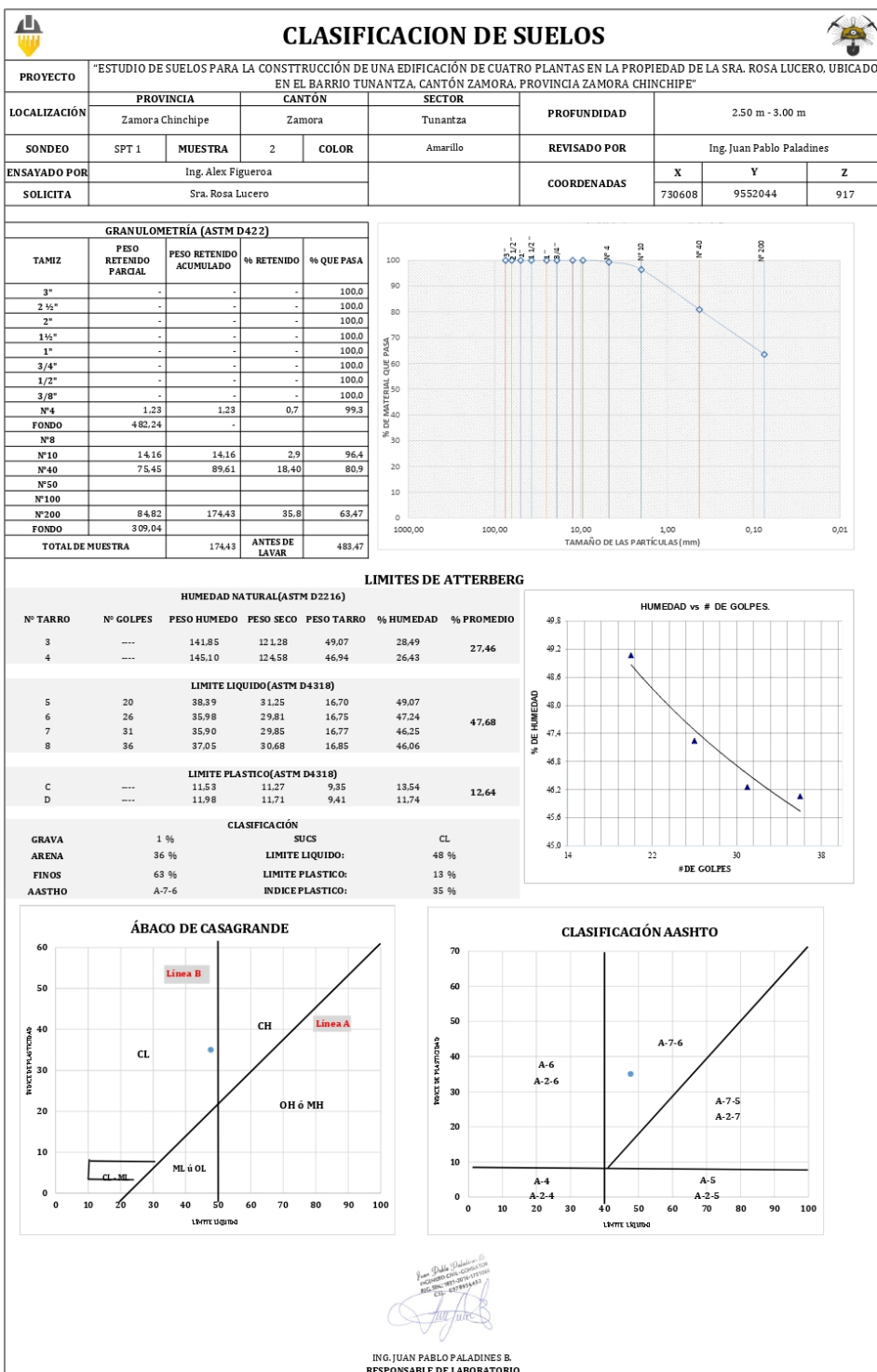


LIMITES DE ATTERBERG						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
1	---	132.96	116.00	49.11	25.36	24.96
2	---	139.27	121.25	47.89	24.56	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	20	38.11	30.80	16.65	51.66	50.32
2	26	35.78	29.39	16.70	50.35	
3	31	35.79	29.50	16.71	49.18	
4	36	36.75	30.31	16.66	47.18	
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
A	---	11.49	11.28	9.27	10.45	11.92
B	---	12.05	11.75	9.51	13.39	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	1 %	SUCS			CH	
ARENA	28 %	LIMITE LIQUIDO:			50 %	
FINOS	71 %	LIMITE PLASTICO:			12 %	
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			38 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



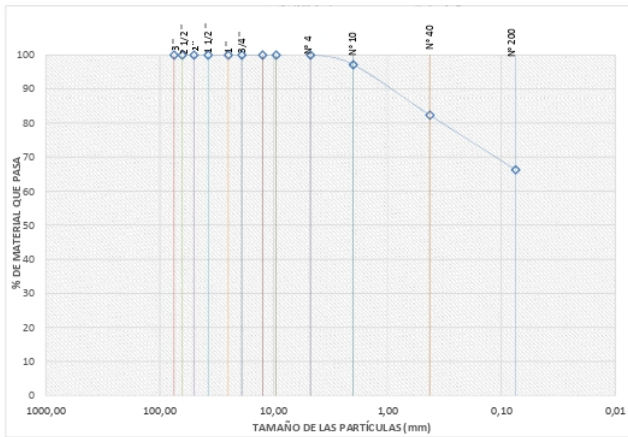


CLASIFICACION DE SUELOS



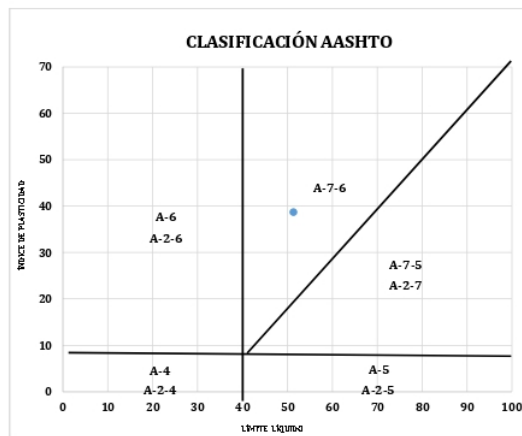
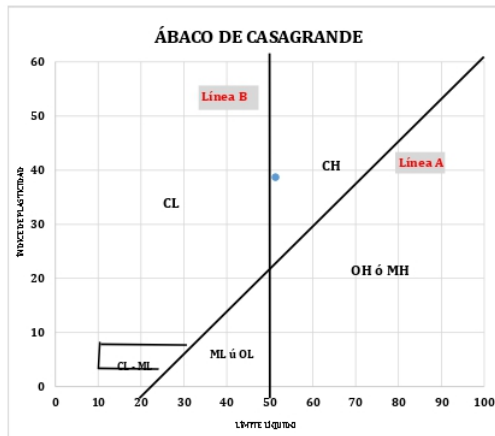
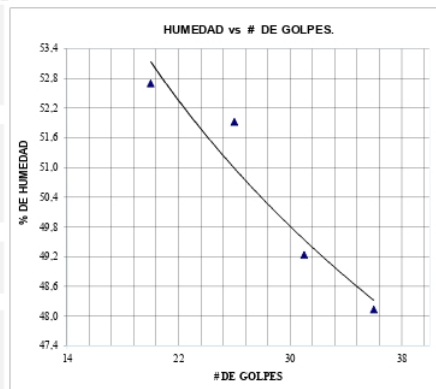
PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. ROSA LUCERO, UBICADO EN EL BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE"								
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m		
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza				
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Amarillo	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sra. Rosa Lucero						730608	9552044	917

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	-	-	-	100.0
FONDO	455.14	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	13.03	13.03	2.9	97.1
Nº40	67.35	80.38	17.66	82.3
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	73.13	153.51	33.7	66.27
FONDO	301.63	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	153.51	ANTES DE LAVAR	455.14



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	127,31	109,54	46,73	28,29	30,04
6	----	128,08	109,00	48,99	31,79	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
9	20	36,21	29,48	16,71	52,70	51,31
10	26	39,10	31,41	16,60	51,92	
11	31	38,08	31,01	16,65	49,23	
12	36	40,05	32,45	16,66	48,13	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
E	----	11,53	11,27	9,30	13,20	12,57
F	----	11,98	11,71	9,45	11,95	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			CH	
ARENA	34 %	LIMITE LIQUIDO:			51 %	
FINOS	66 %	LIMITE PLASTICO:			13 %	
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			39 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO CIVIL CONSULTOR
REG. SUPLENTE 3016-111018
CUI: 037844483

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

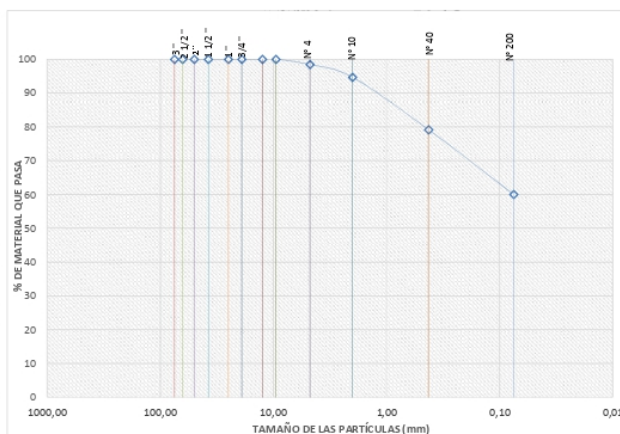


CLASIFICACION DE SUELOS



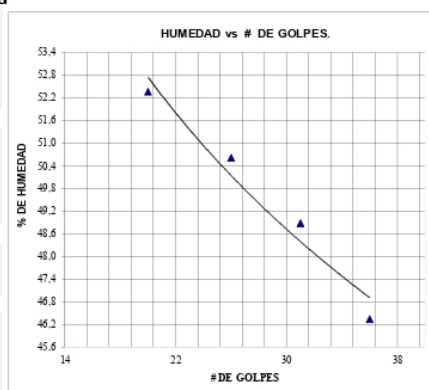
PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. ROSA LUCERO, UBICADO EN EL BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE"							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTON		SECTOR	PROFUNDIDAD	4.50 m - 5.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunantza			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	4	COLOR	Amarillo rojizo	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sra. Rosa Lucero					730608	9552044	917

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	3.22	3.22	1.6	98.4
FONDO	525.88			
Nº8				
Nº10	20.31	20.31	3.8	94.7
Nº40	83.25	103.56	19.27	79.2
Nº50				
Nº100				
Nº200	103.16	206.72	38.5	59.98
FONDO	322.38			
TOTAL DE MUESTRA		206.72	ANTES DE LAVAR	529.10

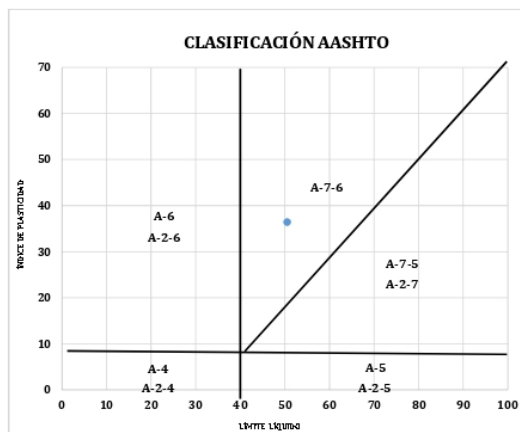
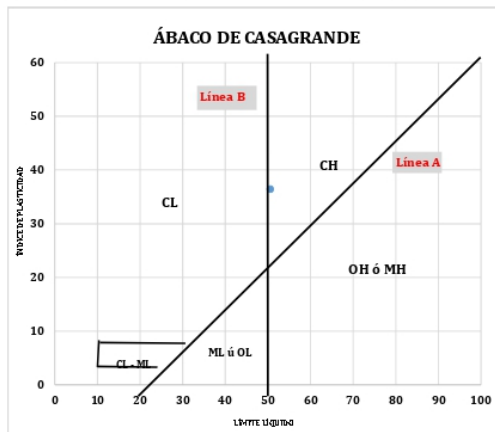


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
7	----	125.10	108.69	46.08	
8	----	121.00	105.05	47.28	26.91
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
13	20	37.45	30.15	16.21	52.37
14	26	35.99	29.39	16.35	50.61
15	31	34.71	28.80	16.71	48.88
16	36	35.48	29.59	16.88	46.34
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
G	----	12.12	11.8	9.45	13.62
H	----	11.75	11.45	9.39	14.56



CLASIFICACIÓN			
GRAVA	2 %	SUCS	CH
ARENA	38 %	LIMITE LIQUIDO:	51 %
FINOS	60 %	LIMITE PLASTICO:	14 %
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:	36 %



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

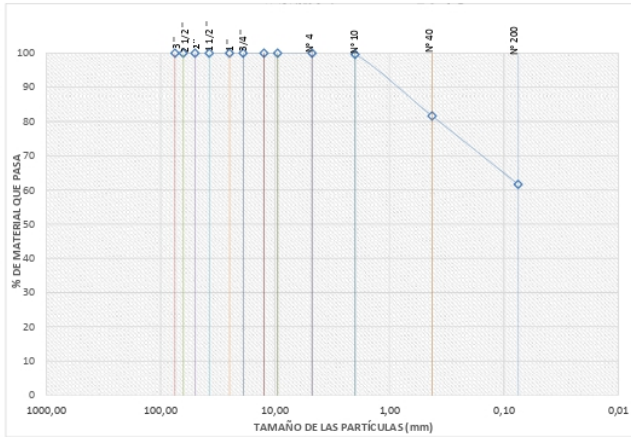


CLASIFICACION DE SUELOS



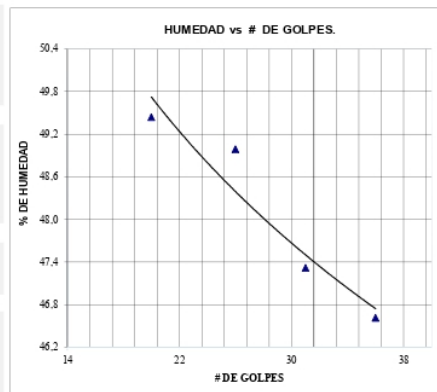
PROYECTO	"ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. ROSA LUCERO, UBICADO EN EL BARRIO TUNANTZA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE"										
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA			CANTÓN		SECTOR		PROFUNDIDAD	5.50 m - 6.00 m		
	Zamora Chinchipe			Zamora		Tunantza					
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	5	COLOR	Amarillo rojizo			REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa								X	Y	Z
SOLICITA	Sra. Rosa Lucero								730608	9552044	917

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	-	-	-	100.0
FONDO	395.32	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	1.49	1.49	0.4	99.6
Nº40	71.03	72.52	18.34	81.7
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	79.16	151.68	38.4	61.63
FONDO	243.64	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	151.68	ANTES DE LAVAR	395.32

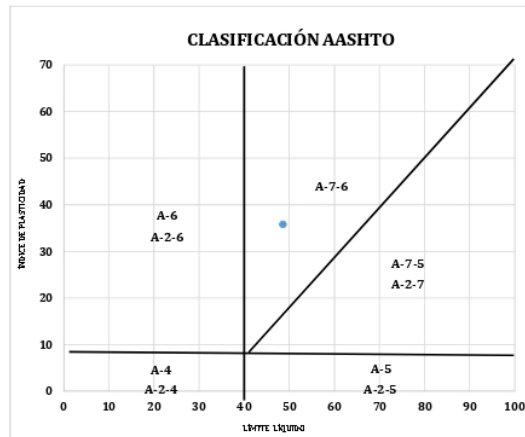
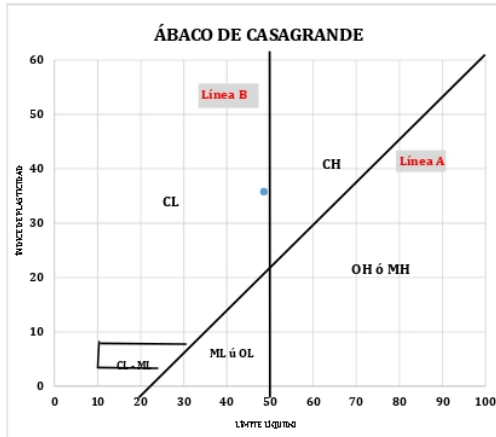


LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
9	---	138.07	117.54	46.93	29.08
10	---	129.44	112.36	50.34	27.54
PROMEDIO					
28.31					
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
17	20	39.40	31.89	16.70	49.44
18	26	40.19	32.45	16.65	48.99
19	31	41.10	33.25	16.66	47.32
20	36	38.39	31.51	16.75	46.61
PROMEDIO					
48.59					
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
I	---	11.53	11.27	9.43	14.13
J	---	11.98	11.71	9.35	11.44
PROMEDIO					
12.79					



CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	38 %	CL
FINOS	62 %	LIMITE LIQUIDO: 49 %
AASHTO	A-7-6	LIMITE PLASTICO: 13 %
		INDICE PLASTICO: 36 %



Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil (2006)
RUC: 2060101070000
CIP: 427999440

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-11

PROYECTO: INFORME GEOTECNICO PARA EL PROYECTO: “ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL ING. JONATHAN BARRAGÁN UBICADO EN EL SECTOR TUNANTZA DE LA CIUDAD ZAMORA,

SOLICITADO POR: Ing. Jonathan Barragán POZO: 1
REALIZADO POR: Ing. Franklin Prieto FECHA: 1/6/2025

PROF. (m)	N.F. (m)	STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)					CLASIFICACIÓN S.U.C.S.										Perfil estratigráfico	Descripción del Suelo	Consistencia (Suelos Arcillosos)	Compacidad Relativa (arena)
		15	30	45	N SPT	GRÁFICO DE GOLPES DE SPT	W (%)	LIMITES ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			SUCS	Símbolo					
								L.L.	L.P.	I.P.	G	A	F							
0						0	20	40	60	80										
2,0																				
		34	24	24	48		20	44	20	24	0	47	53	CL	CL	Arcilla de alta plasticidad	Firma			
3,0																				
		7	9	11	20		28	34	13	21	0	47	53	CL	CL	Arcilla de alta plasticidad	Fierme			
4,0																				
		8	8	12	20		26	51	25	26	0	29	71	ML	CH	Arcilla de alta plasticidad	Muy Firme			
5,0																				
		8	12	10	22		23	45	16	28	6	44	50	CL	CL	Arcilla de media plasticidad	Dura			

LEYENDAS:

 Perforación destructiva

 Limo

 Arcilla

 Arena

 Grava

 Bloque

 Nivel Freático

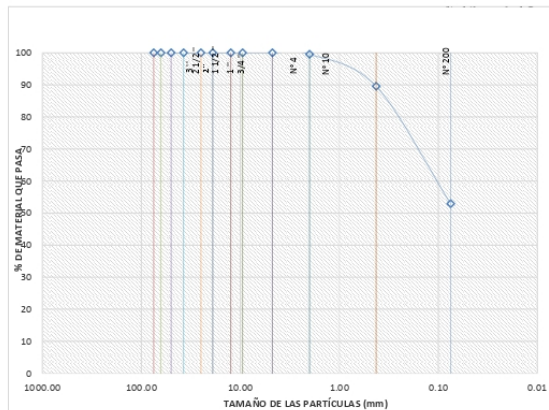
Ing. Juan Pablo Paladines B.
INGENIERO EN CIVIL - CONDUCTOR
REG. SUCS 1851-2016-1717056
CUL-687894481

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

	CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Troncal Amazónica y Fílomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe Tel. - 0979950482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL ING. JONATHAN BARRAGÁN UBICADO EN EL SECTOR TUNANTZA DE LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN:	Sector tunantza, cantón Zamora		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD: 1.00 m - 2.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Jonathan Barragán		FECHA:	Junio 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	730886	Y:	9552012	Z: 897
					PERFORACIÓN 1

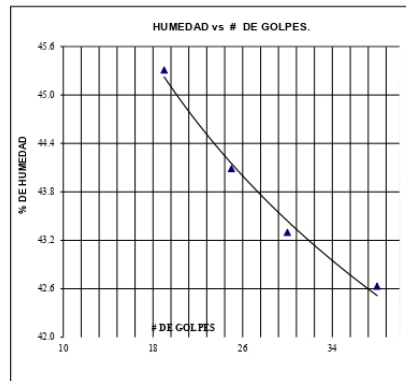
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	-	-	-	100.0
FONDO	923.31	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	4.36	4.36	0.47	99.5
Nº40	92.06	96.42	10.44	89.6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	338.43	434.85	47.10	52.90
FONDO	488.46	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		923.31	ANTES DE LAVAR	923.31



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
20	----	131.98	117.69	46.62	20.11
48	----	125.43	112.19	47.15	20.36
PROMEDIO					
					20.23
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318)					
1	19	41.25	33.57	16.62	45.31
2	25	43.11	34.98	16.54	44.09
3	30	45.28	36.75	17.05	43.30
4	38	39.87	32.81	16.25	42.63
PROMEDIO					
					44.15
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318)					
A	----	12.61	12.05	9.45	21.54
B	----	13.07	12.49	9.39	18.71
PROMEDIO					
					20.12
CLASIFICACIÓN					
GRAVA	0 %	SUCS		CL	
ARENA	47 %	LÍMITE LÍQUIDO:		44 %	
FINOS	53 %	LÍMITE PLÁSTICO:		20 %	
AASTHO	A-7-6	ÍNDICE PLÁSTICO:		24 %	



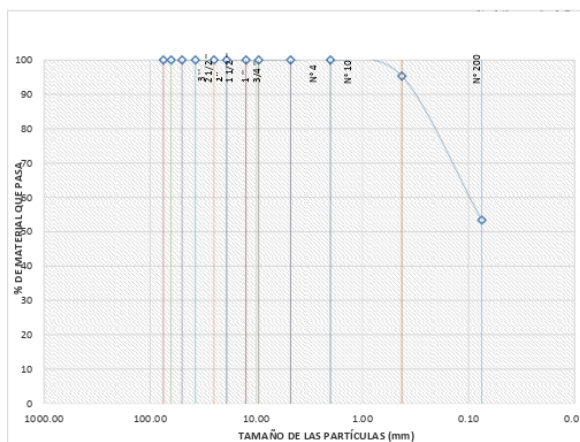

 Juan Pablo Paladines B.
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR
 REG. MIN. 000001677504
 CIP - 887000043

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06						
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL ING. JONATHAN BARRAGÁN UBICADO EN EL SECTOR TUNANTZA DE LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN:	Sector tunantza, cantón Zamora		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	2.00 m - 3.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Jonathan Barragán		FECHA:		Junio 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	730886	Y:	9552012	Z:	897
PERFORACIÓN						1

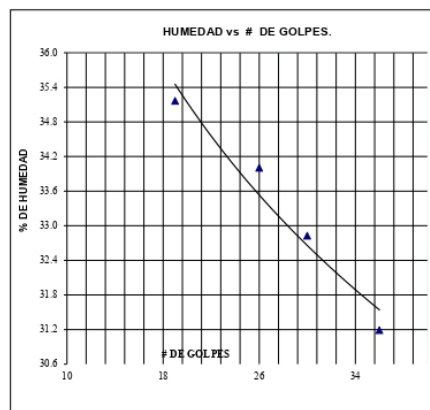
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
N°4	-	-	-	100.0
FONDO	872.65	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	-	-	0.00	100.0
N°40	40.68	40.68	4.66	95.3
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	366.15	406.83	46.62	53.38
FONDO	465.82	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		872.65	ANTES DE LAVAR	872.65



LIMITES DE ATTERBERG

		HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)				
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
26	----	133.28	115.42	48.28	26.60	27.88
32	----	127.54	109.82	49.05	29.16	
		LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)				
1	19	41.25	34.85	16.65	35.16	33.77
2	26	38.66	33.09	16.71	34.00	
3	30	39.75	34.14	17.05	32.83	
4	36	40.26	34.78	17.21	31.19	
		LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)				
A	----	12.35	12.03	9.75	14.04	13.08
B	----	12.69	12.33	9.36	12.12	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			CL	
ARENA	47 %	LIMITE LIQUIDO:			34 %	
FINOS	53 %	LIMITE PLASTICO:			13 %	
AASTHO	A-6	INDICE PLASTICO:			21 %	



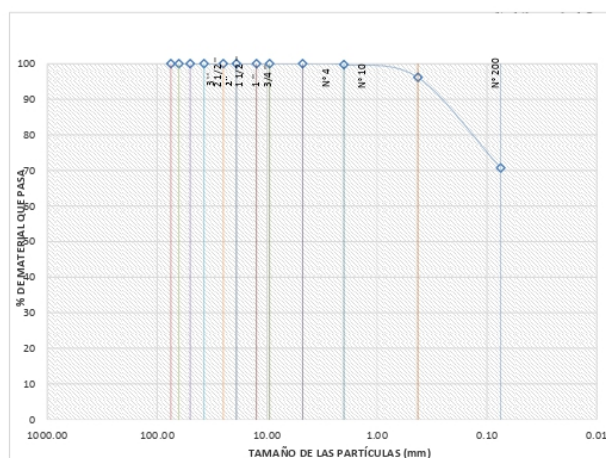

 Juan Pablo Paladines B.
 Ingeniero Civil-Consultor
 RUC: 0979956482
 CIP: 0029916453

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe Tel. - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06						
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL ING. JONATHAN BARRAGÁN UBICADO EN EL SECTOR TUNANTZA DE LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN:	Sector tunantza, cantón Zamora		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	3.00 m - 4.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Jonathan Barragán		FECHA:		Junio 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	730886	Y:	9552012	Z:	897
PERFORACIÓN						1

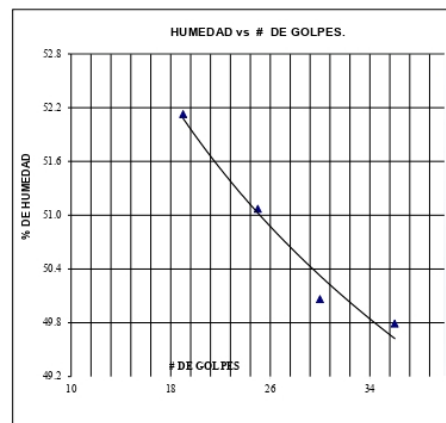
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
N°4	-	-	-	100.0
FONDO	797.01	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	2.23	2.23	0.28	99.7
N°40	28.41	30.64	3.84	96.2
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	202.80	233.44	29.29	70.71
FONDO	563.57	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	797.01	ANTES DE LAVAR	797.01



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
6	---	122.15	108.28	51.14	24.27	25.82
38	---	140.63	118.84	39.24	27.37	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
1	19	38.45	30.98	16.65	52.13	51.03
2	25	39.11	31.72	17.25	51.07	
3	30	40.29	32.55	17.09	50.06	
4	36	42.28	33.95	17.22	49.79	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
A	---	12.67	12.01	9.45	25.78	24.82
B	---	13.28	12.65	10.01	23.86	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			CH	
ARENA	29 %	LIMITE LIQUIDO:			51 %	
FINOS	71 %	LIMITE PLASTICO:			25 %	
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			26 %	




 Juan Pablo Paladines B.
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR
 REG. SOC. 001-2016-111010
 C.U. 181744481

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"

Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.: 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

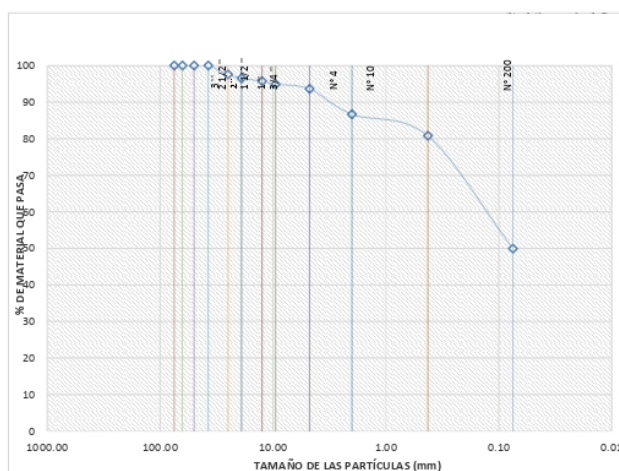
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL ING. JONATHAN BARRAGÁN UBICADO EN EL SECTOR TUNANTZA DE LA CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA CHINCHIPE						
UBICACIÓN:	Sector tunantza, cantón Zamora			SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	4.00 m - 5.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Jonathan Barragán			FECHA:		Junio 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto			REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	730886	Y:	9552012	Z:	897	
PERFORACIÓN							1

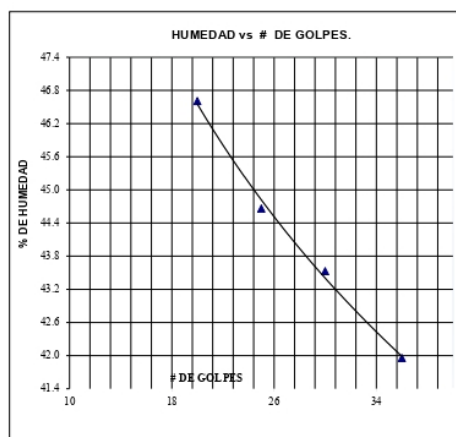
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	22.05	22.05	2.4	97.6
3/4"	9.68	31.73	3.5	96.5
1/2"	7.16	38.89	4.2	95.8
3/8"	7.70	46.59	5.1	94.9
N°4	11.75	58.34	6.4	93.6
FONDO	857.71	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	67.98	67.98	6.95	86.7
N°40	57.71	125.69	12.85	80.8
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	302.12	427.81	43.73	49.90
FONDO	488.24	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	916.05	ANTES DE LAVAR	916.05



LÍMITES DE ATTERBERG

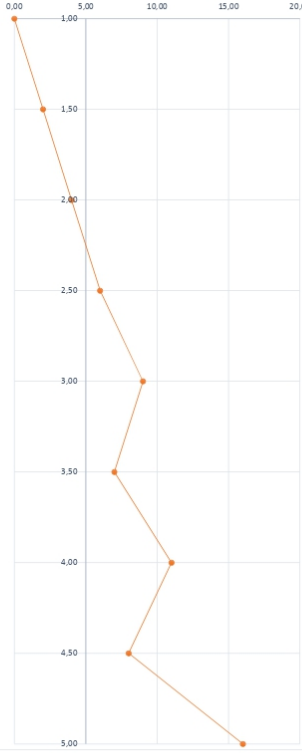
HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
10	----	132.77	117.46	49.04	22.38	23.17
30	----	115.71	101.58	42.60	23.96	
LÍMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
1	20	43.67	35.08	16.65	46.61	44.82
2	25	45.19	36.49	17.01	44.66	
3	30	41.25	33.85	16.85	43.53	
4	36	43.05	35.12	16.22	41.96	
LÍMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
A	----	13.32	12.81	9.47	15.27	16.33
B	----	13.02	12.58	10.05	17.39	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	6 %	SUCS			CL	
ARENA	44 %	LÍMITE LIQUIDO:			45 %	
FINOS	50 %	LÍMITE PLASTICO:			16 %	
AASTHO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			28 %	



Juan Pablo Paladines B.
 INGENIERO CIVIL-CONSULTOR
 REG. 899-2016-151100
 CIL- 827994483

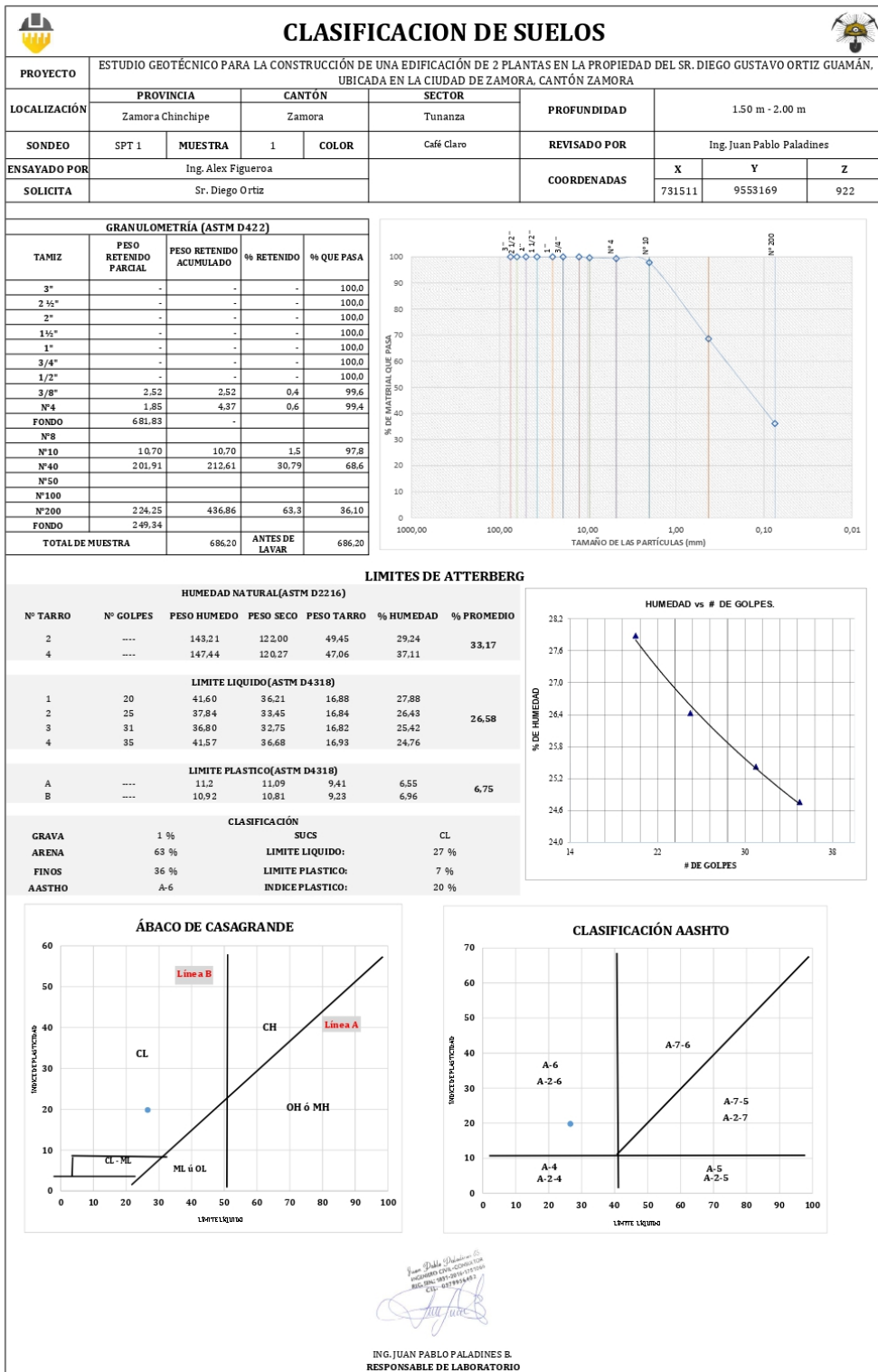
ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

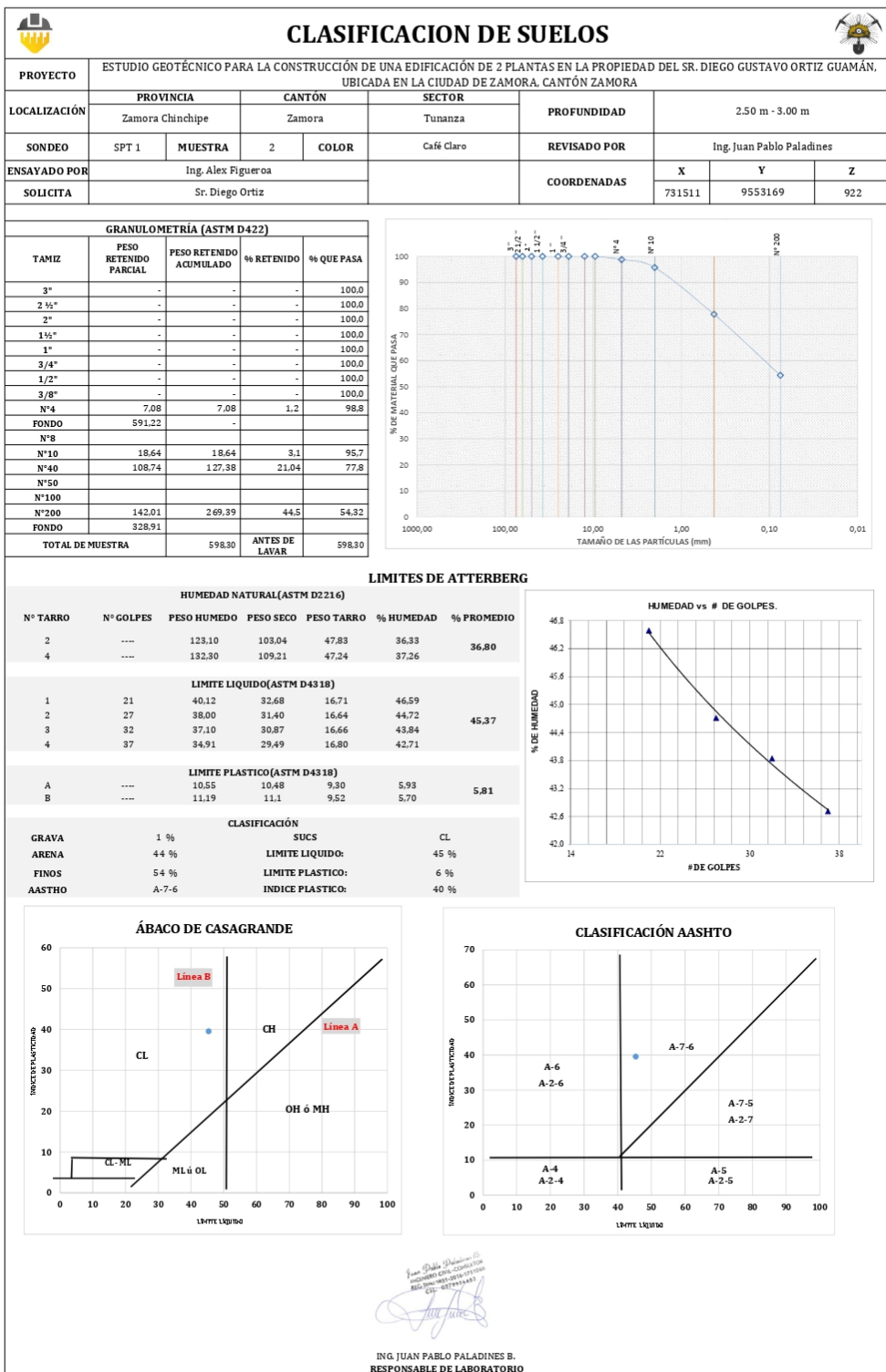
	CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCION	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA, MINAS - GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO	ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA EDIFICACION DE 2 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DIEGO GUSTAVO ORTIZ GUAMAN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA, CANTON ZAMORA				
LOCALIZACION	Sector Tunanza, Canton Zamora, Provincia de Zamora Chiriqui			PROFUNDIDAD	0 m - 5 m
POZO N°	1	REVISADO POR	ING. JUAN PABLO PALADINES		
ENSAYADO POR	ING. ALEX FIGUEROA	FECHA DE ENSAYO	26/7/2022		
SOLICITA	Sr. Diego Ortiz	EQUIPO	SPT		
COORDENADAS		X	731511		
		Y	9553169		
		Z	922		

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0.50		0.00			Material orgánico. Cobertura Vegetal.		
1.00		0.00					
1.50	1.00				Suelo: Arenas Arcillosas CH = 33.17%, LL = 27, IP = 20		
2.00	1.00	2.00					
2.50	1.00				Suelo: Arcillas de mediana plasticidad CH = 36.80%, LL = 45, IP = 40		
3.00	1.00	4.00					
3.50	3.00				Suelo: Arcillas de mediana plasticidad CH = 27.26%, LL = 45, IP = 35		
4.00	3.00	6.00					
4.50	4.00				Suelo: Arcillas de alta plasticidad CH = 43.94%, LL = 54, IP = 50		
5.00	4.00	7.00					
	5.00						
	6.00	11.00					
	4.00						
	4.00						
	4.00	8.00					
	6.00						
	7.00						
	9.00	16.00					

Observaciones: No se encontró nivel freático.


 ING. JUAN PABLO PALADINES
 RESPONSABLE DE LABORATORIO





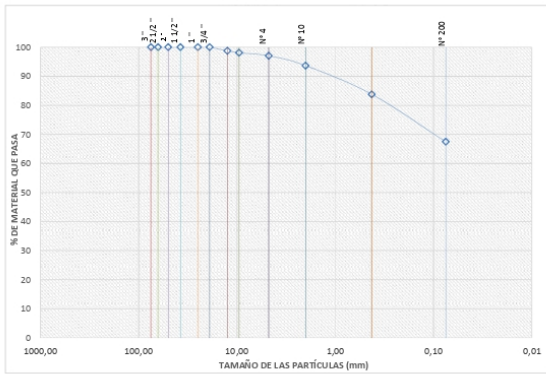


CLASIFICACION DE SUELOS



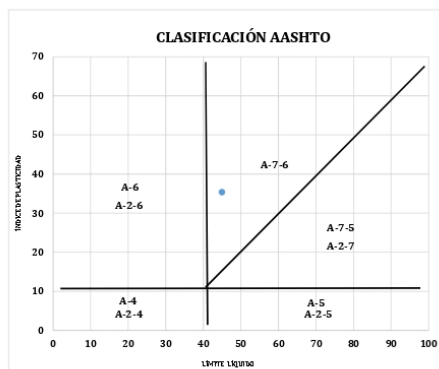
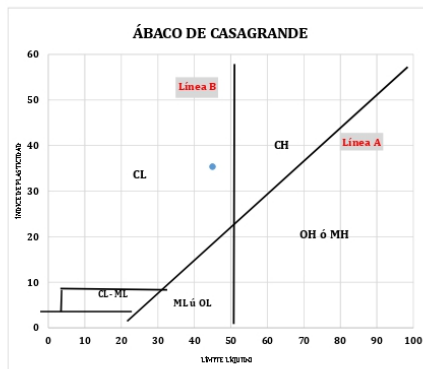
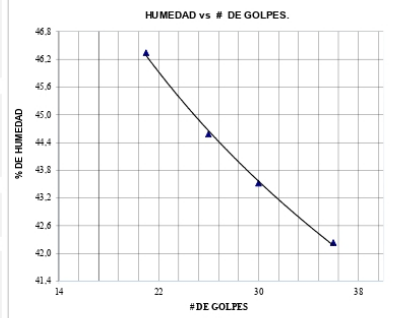
PROYECTO	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 2 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DIEGO GUSTAVO ORTIZ GUAMÁN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA. CANTÓN ZAMORA						
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	3.50 m - 4.00 m
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunanza		
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	3	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y
SOLICITA	Sr. Diego Ortiz					731511	9553169
							922

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	10.33	10.33	1.2	98.8
3/8"	5.55	15.88	1.9	98.1
N°4	8.68	24.56	2.9	97.1
FONDO	812.83	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	29.22	29.22	3.4	93.7
N°40	85.18	114.40	13.26	83.8
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	141.18	255.58	29.6	67.44
FONDO	581.81	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	817.39	817.39	ANTES DE LAVAR	817.39



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	----	125.67	108.54	46.67	27.69	27.26
4	----	131.41	113.25	45.58	26.84	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
1	21	41.27	33.48	16.67	46.34	44.95
2	26	43.12	35.02	16.85	44.58	
3	30	39.58	32.63	16.66	43.52	
4	36	41.80	34.35	16.71	42.23	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
A	----	12.11	11.87	9.35	9.52	9.59
B	----	10.58	10.47	9.33	9.65	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	3 %	SUCS			CL	
ARENA	30 %	LIMITE LIQUIDO:			45 %	
FINOS	67 %	LIMITE PLASTICO:			10 %	
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			35 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



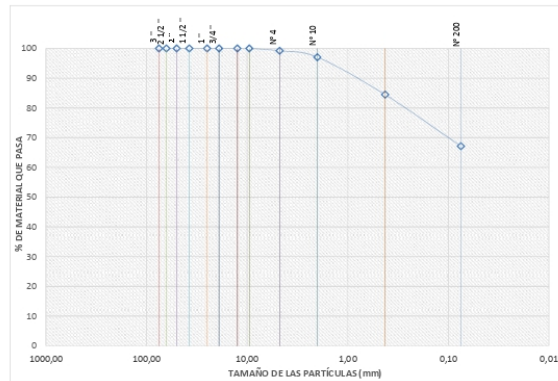
CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN DE 2 PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. DIEGO GUSTAVO ORTIZ GUAMÁN, UBICADA EN LA CIUDAD DE ZAMORA. CANTÓN ZAMORA							
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	4.50 m - 5.00 m	
	Zamora Chinchipe		Zamora		Tunanza			
SONDEO	SPT 1	MUESTRA	4	COLOR	Café Claro	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				COORDENADAS	X	Y	Z
SOLICITA	Sr. Diego Ortiz					731511	9553169	922

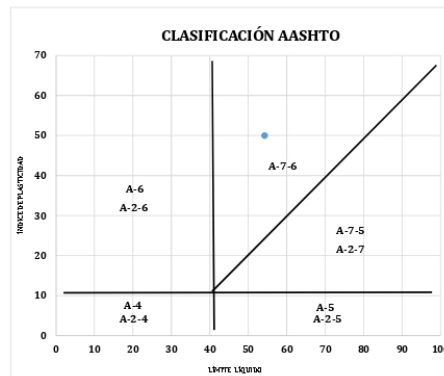
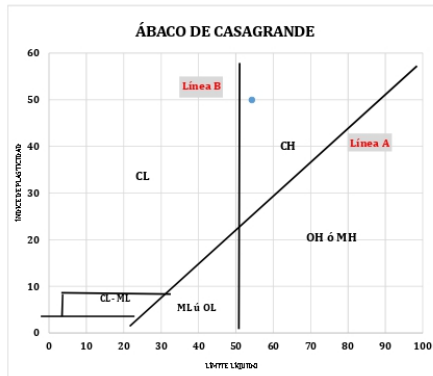
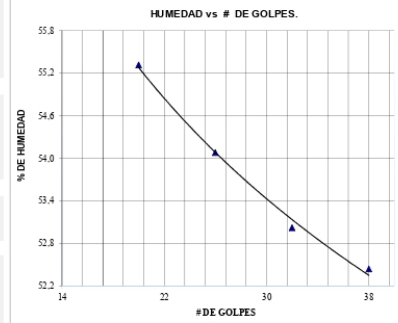
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
N°4	4.29	4.29	0.8	99.2
FONDO	538.94	-	-	-
N°8	-	-	-	-
N°10	11.74	11.74	2.1	97.1
N°40	68.90	80.64	14.73	84.5
N°50	-	-	-	-
N°100	-	-	-	-
N°200	95.00	175.64	32.1	67.13
FONDO	367.59	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	543.23	ANTES DE LAVAR	543.23



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
2	---	108.66	86.34	39.24	47.39	43.94
4	---	137.18	111.43	47.83	40.49	
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
1	20	37.03	29.85	16.87	55.32	54.26
2	26	41.21	32.66	16.85	54.08	
3	32	41.39	32.88	16.83	53.02	
4	38	38.91	31.50	17.37	52.44	
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
A	---	10.82	10.76	9.41	4.44	4.29
B	---	11.15	11.08	9.39	4.14	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	1 %	SUCS			CH	
ARENA	32 %	LIMITE LIQUIDO:			54 %	
FINOS	67 %	LIMITE PLASTICO:			4 %	
AASHTO	A-7-6	INDICE PLASTICO:			50 %	



Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil - Geotécnica
RUC: INC-087-2016-1177100
CIP: 837995481

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-13

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. KEINNER DUCHITANGA EN EL SECTOR MIRADOR, ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE

SOLICITADO POR:	Sr. Keinner Duchitanga
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto

POZO:	1
FECHA	27/1/2025

PROF. (m)	N.F. (m)	STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)					CLASIFICACIÓN S.U.C.S.								Perfil estratigráfico	Descripción del Suelo	Consistencia (Suelos Arcillosos)	Compacidad Relativa (arenas)		
		15	30	45	N SPT	GRÁFICO DE GOLPES DE SPT				W (%)	LÍMITES ATTERBERG			GRANULOMETRÍA					SUCS	
		0	20	40		60	80	L.L.	L.P.		I.P.	G	A	F						
Símbolo																				
2,0																				
		6	5	6	11															
3,0																				
		6	6	6	12															
4,0																				
		15	11	6	17															
5,0																				
		6	5	6	11															
6,0																				
		5	7	9	16															

Perforación destructiva

Nivel Freático

Limo

Arcilla

Arena

Grava

Bloque

Juan Pablo Pulgarín Es
INGENIERO CIVIL-CONSTRUCTOR
REG. S.M. 1851-5016-175706
C.C. 627995487

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



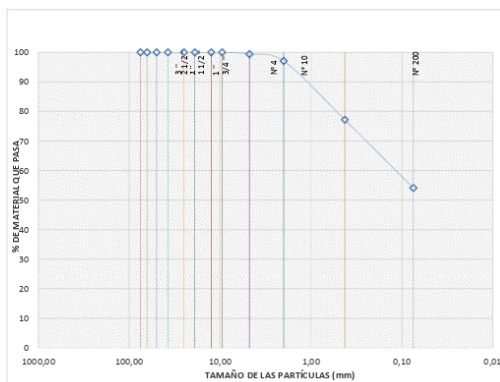
CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
 Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel. - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS
Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. KEINNER DUCHITANGA EN EL SECTOR MIRADOR, ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE									
UBICACIÓN	Sector Mirador, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe					SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	1.00 m - 2.00 m	
SOLICITANTE:	Sr. Keinner Duchitanga					FECHA:		27/1/2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto					REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X:	731628	Y:	9552988	Z:	915	PERFORACIÓN			1

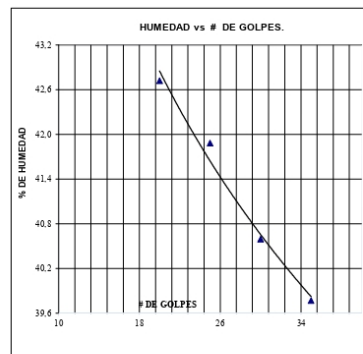
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	1,40	1,40	0,6	99,4
FONDO	515,30			
Nº8				
Nº10	10,70	12,10	2,33	97,1
Nº40	103,50	115,60	22,24	77,2
Nº50				
Nº100	119,90	235,50	45,31	54,10
FONDO	281,20			
TOTAL DE MUESTRA		238,70	ANTES DE LAVAR	516,70



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	65,55	57,06	33,91	36,67	36,65
6	----	58,81	52,12	33,85	36,62	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	20	40,37	33,56	17,62	42,72	41,24
II	25	36,34	30,74	17,37	41,88	
III	30	36,22	30,76	17,31	40,59	
IV	35	38,58	32,63	17,67	39,77	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
C	----	13,96	13,04	10,13	31,62	30,67
D	----	13,57	12,80	10,21	29,73	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	1 %	SUCS				ML
ARENA	45 %	LIMITE LIQUIDO:				41 %
FINOS	54 %	LIMITE PLASTICO:				31 %
AASTHO	A-7-5	INDICE PLASTICO:				11 %



Juan Pablo Paladines B.
 Ingeiero Civil - Constructor
 Registro: 981-9111-9111
 C.O. - 000000000

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"

Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.: 0979959482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

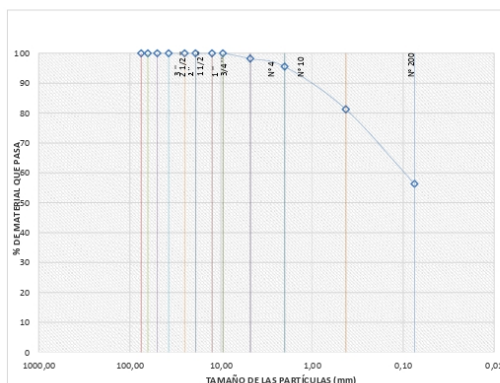
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. KEINNER DUCHITANGA EN EL SECTOR MIRADOR, ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE										
UBICACIÓN:	Sector Mirador, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe					SONDEO:	SPT 1		PROFUNDIDAD:	2.00 m - 3.00 m	
SOLICITANTE:	Sr. Keinner Duchitanga					FECHA:		27/1/2025			
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto					REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines			
COORDENADAS:	X:	731628	Y:	9552988	Z:	915	PERFORACIÓN 1				

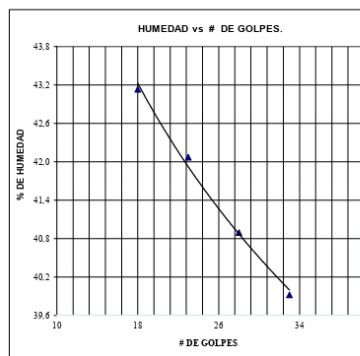
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	3,90	3,90	1,8	98,2
FONDO	503,70	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	10,00	13,90	2,69	95,5
Nº40	73,80	87,70	16,97	81,2
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	128,90	216,60	41,91	56,30
FONDO	291,00	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		217,00	ANTES DE LAVAR	507,00



LÍMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
7	----	77,18	64,40	33,89	41,89	40,23
8	----	77,76	65,57	33,96	38,56	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	18	39,70	33,01	17,50	43,13	41,51
II	23	38,54	32,33	17,57	42,07	
III	28	38,41	32,39	17,67	40,90	
IV	33	39,04	32,88	17,45	39,92	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
E	----	14,58	13,55	10,22	30,93	32,08
F	----	14,75	13,59	10,10	33,24	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	2 %	SUCS			ML	
ARENA	42 %	LIMITE LIQUIDO:			42 %	
FINOS	56 %	LIMITE PLASTICO:			32 %	
AASHTO	A-5	INDICE PLASTICO:			9 %	



Juan Pablo Paladines B.
 Ingeniero Civil, especialista en Geotecnia
 C.O. 147399-0001

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
 Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel.: 097955482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

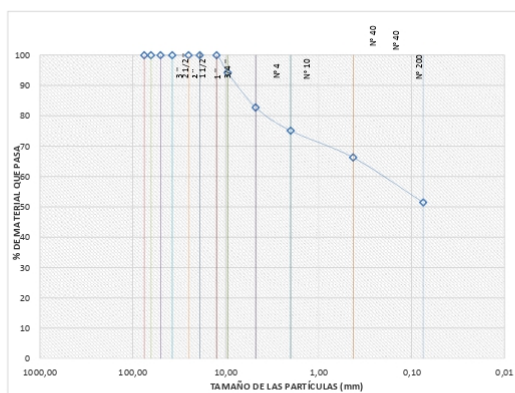
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. KEINNER DUCHITANGA EN EL SECTOR MIRADOR, ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN	Sector Mirador, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD: 3.00 m - 4.00 m
SOLICITANTE:	Sr. Keinner Duchitanga		FECHA:	27/1/2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	731628	Y:	9552988	Z: 915
PERFORACIÓN					1

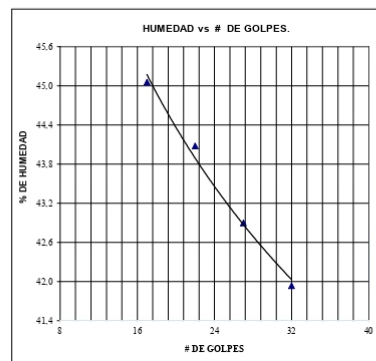
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	11,10	11,10	5,8	94,2
Nº4	22,00	33,10	17,2	82,8
FONDO	471,40	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	13,70	46,80	7,68	75,1
Nº40	53,70	100,50	16,48	66,3
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	90,40	190,90	31,31	51,44
FONDO	313,60	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		191,90	ANTES DE LAVAR	504,50



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
9	----	75,60	62,59	34,31	46,00	48,48
10	----	70,38	58,02	33,76	50,95	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	17	38,70	32,14	17,58	45,05	43,49
II	22	36,92	31,04	17,70	44,08	
III	27	37,64	31,60	17,52	42,90	
IV	32	38,41	32,17	17,29	41,94	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
G	----	14,89	13,68	10,13	34,08	32,74
H	----	14,56	13,48	10,04	31,40	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	17 %	SUCS			ML	
ARENA	31 %	LIMITE LIQUIDO:			43 %	
FINOS	51 %	LIMITE PLASTICO:			33 %	
AASHTO	A-7-5	INDICE PLASTICO:				



Ing. Juan Pablo Paladines B.
 Registrado en el Colegio de Ingenieros de la Provincia de Zamora Chinchipe
 C.O. 67184411

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
 Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

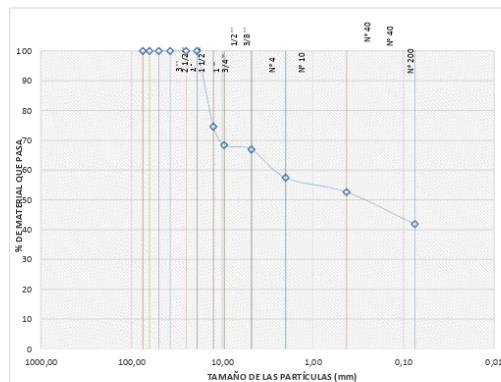
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. KEINNER DUCHITANGA EN EL SECTOR MIRADOR, ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN	Sector Mirador, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD: 4.00 m - 5.00 m
SOLICITANTE:	Sr. Keinner Duchitanga		FECHA:		27/1/2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X:	731628	Y:	9552988	Z: 915
PERFORACIÓN					1

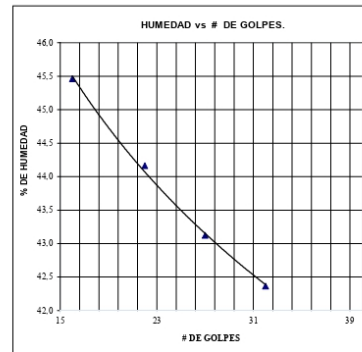
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	33,50	33,50	25,4	74,6
3/8"	8,20	41,70	31,6	68,4
Nº4	1,90	43,60	33,1	66,9
FONDO	304,20	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	5,70	49,30	9,49	57,4
Nº40	25,10	74,40	14,32	52,6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	55,90	130,30	25,07	41,85
FONDO	217,50	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	131,80	ANTES DE LAVAR	347,80	



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
11	----	49,61	43,79	33,66	57,45	58,33
12	----	49,53	43,65	33,72	59,21	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
V	16	36,45	30,44	17,22	45,46	43,78
VI	22	36,25	30,50	17,48	44,16	
VII	27	37,02	31,22	17,77	43,12	
VIII	32	37,11	31,31	17,62	42,37	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
C	----	14,26	13,15	10,14	36,88	37,77
D	----	14,31	13,10	9,97	38,66	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	33 %	SUCS			GM	
ARENA	25 %	LIMITE LIQUIDO:			44 %	
FINOS	42 %	LIMITE PLASTICO:			38 %	
AASHTO	A-5	INDICE PLASTICO:			6 %	



Juan Pablo Paladines B.
 Ingeiero Civil, Colegiado
 RUC: 201901010101010101
 CIP: 422191481

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel: -0979856482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

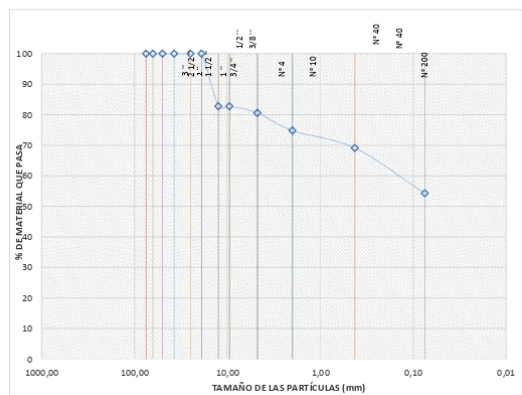
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE TRES PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. KEINNER DUCHITANGA EN EL SECTOR MIRADOR, ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE									
UBICACIÓN:	Sector Mirador, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe					SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	5.00 m - 6.00 m	
SOLICITANTE:	Sr. Keinner Duchitanga					FECHA:		27/1/2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto					REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X:	731628	Y:	9552988	Z:	915	PERFORACIÓN			1

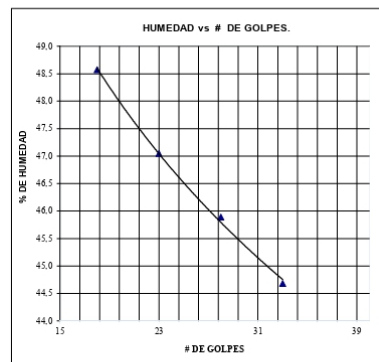
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	16,70	16,70	17,2	82,8
3/8"	-	16,70	17,2	82,8
Nº4	2,10	18,80	19,4	80,6
FONDO	274,20	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	2,30	21,10	5,80	74,8
Nº40	20,70	41,80	11,50	69,1
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	53,90	95,70	26,33	54,27
FONDO	197,30	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	96,90		ANTES DE LAVAR	293,00



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
11	---	58,89	50,55	34,07	50,61
12	---	62,44	53,41	34,40	47,50
% PROMEDIO					
49,05					
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)					
V	18	34,90	29,12	17,22	48,57
VI	23	38,61	31,92	17,70	47,05
VII	28	36,45	30,53	17,63	45,89
VIII	33	37,12	31,03	17,40	44,68
% PROMEDIO					
46,55					
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
C	---	13,15	12,40	10,30	35,71
D	---	13,74	12,91	10,41	33,20
% PROMEDIO					
34,46					
CLASIFICACIÓN					
GRAVA	19 %	SUCS		ML	
ARENA	26 %	LIMITE LIQUIDO:		47 %	
FINOS	54 %	LIMITE PLASTICO:		34 %	
AASTHO	A-7.5	INDICE PLASTICO:		12 %	



Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero en Geotecnia y Estructuras
R.O.C. N° 181-2011-0011001
C.O. 182719481

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-14

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. JINSON MANCHAY
EN LA PARROQUIA TIMBARA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE

SOLICITADO POR: Sr. Jinson Manchay
REALIZADO POR: Ing. Franklin Prieto

POZO: 1
FECHA: Marzo, 2025

PROF. (m)		N.F. (m)		STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)						CLASIFICACIÓN S.U.C.S.								Perfil estratigráfico		Descripción del Suelo	Consistencia (Suelos Arcillosos)	Compacidad Relativa (arena)
				15	30	45	N SPT	GRÁFICO DE GOLPES DE SPT		W(%)	LÍMITES ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			SUCS	Símbolo				
								0	20	40	60	80	LL	L.P.	I.P.	G	A	F				
0																						
2.0																						
3.0																						
4.0																						
5.0																						
6.0																						

Juan Pablo Pulgarín C.
INGENIERO EN AERONAUTICA
REG. SEN 1801-0016-1751004
CEL. 657951443

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Norma ASTM 2487 - 06

GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

LIMITES DE ATTERBERG

Gráfico de dispersão mostrando a relação entre o número de golpes (X) e a porcentagem de umidade (Y). A linha de tendência indica uma correlação negativa forte.

# DE GOLPES	% DE HUMIDADE
15	63.5
20	60.5
25	58.2
30	56.5

Juan Pablo Pedraza S.
INGENIERO CIVIL-CONSULTOR
R.G. SIN: 1031-2018-171006
C.C. 0079954482

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



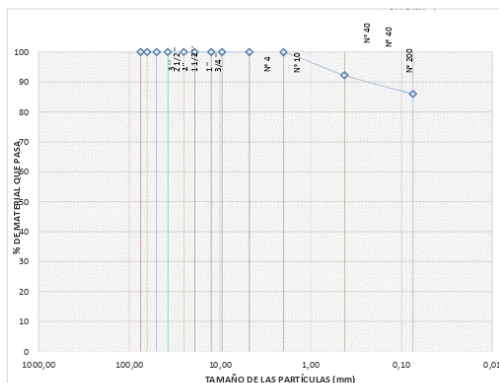
CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.- 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS
Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. JINSON MANCHAY EN LA PARROQUIA TIMBARA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN	Parroquia Timbara, cantón Zamora		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD: 2.00 m - 3.00 m
SOLICITANTE:	Sr. Jinson Manchay		FECHA:		Marzo, 2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X: 731537	Y: 9553720	Z: 922	PERFORACIÓN 1	

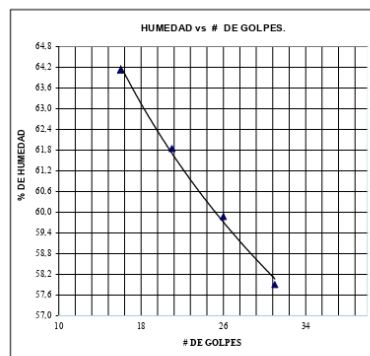
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	-	-	-	100,0
FONDO	729,10	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	0,90	0,90	0,12	99,9
Nº40	55,60	56,50	7,75	92,3
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	45,60	102,10	14,00	86,00
FONDO	627,00	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	105,50	ANILLOS DE LAVAR	729,10



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
7	----	116,90	98,80	55,20	41,51	40,86
88 D	----	100,17	85,62	49,44	40,22	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	16	32,60	26,72	17,55	64,12	60,94
II	21	31,99	26,43	17,44	61,85	
III	26	30,53	25,77	17,82	59,87	
IV	31	30,32	25,63	17,53	57,90	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
3D	----	12,09	11,19	10,14	85,71	44,43
20D	----	11,62	11,58	10,31	3,15	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			MH	
ARENA	14 %	LIMITE LIQUIDO:			61 %	
FINOS	86 %	LIMITE PLASTICO:			44 %	
AASHTO	A-7.5	INDICE PLASTICO:			17 %	



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel.: 0979050482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

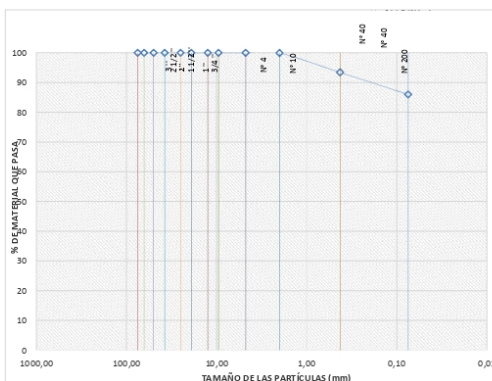
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELO PARA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. JINSON MANCHAY EN LA PARROQUIA TIMBARA, CANTON ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE							
UBICACIÓN	Parroquia Timbra, cantón Zamora				SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	3.00 m - 4.00 m
SOLICITANTE:	Sr. Jinson Manchay				FECHA:		Marzo,2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto				REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	731537	Y:	9553720	Z:	922		

PERFORACIÓN

1

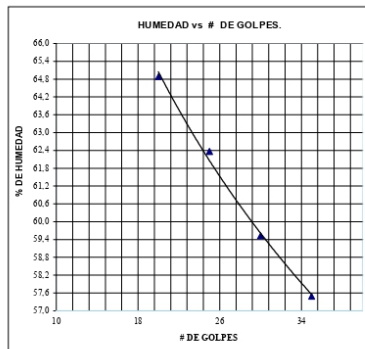
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	-	-	-	100,0
FONDO	588,70	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	0,50	0,50	0,08	99,9
Nº40	38,30	38,80	6,59	93,4
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	43,60	82,40	14,00	86,00
FONDO	506,30	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	82,90	ANTES DE LAVAR	588,70



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
63 F	----	116,08	98,01	51,93	39,21	38,79
50 E	----	109,81	93,81	52,11	38,37	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	20	31,19	25,98	17,95	64,88	61,07
II	25	34,20	27,87	17,72	62,36	
III	30	35,16	28,60	17,58	59,53	
IV	35	32,44	26,99	17,51	57,49	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
L	----	11,85	11,28	9,94	42,54	37,94
29D	----	12,27	11,77	10,27	33,33	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			MH	
ARENA	14 %	LIMITE LIQUIDO:			61 %	
FINOS	86 %	LIMITE PLASTICO:			38 %	
AASHTO	A-7.5	INDICE PLASTICO:			23 %	



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel: - 0879856482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

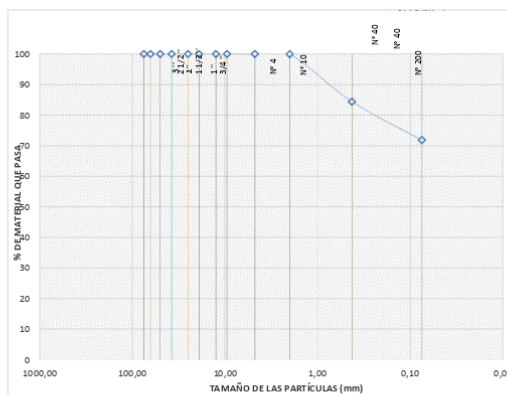
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DEL SR. JINSON MANCHAY EN LA PARROQUIA TIMBARA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE							
UBICACIÓN:	Parroquia Timabara, cantón Zamora				SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	4.00 m - 5.00 m
SOLICITANTE:	Sr. Jinson Manchay				FECHA:		Marzo, 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto				REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	731537	Y:	9553720	Z:	922		

PERFORACIÓN

1

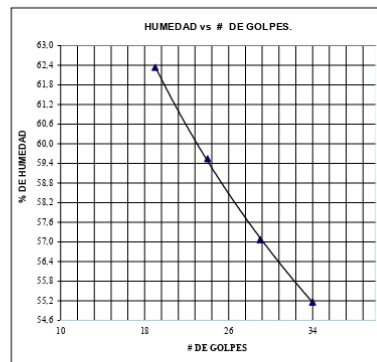
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	-	-	-	100,0
FONDO	629,10	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	0,30	0,30	0,05	100,0
Nº40	97,80	98,10	15,59	84,4
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	79,00	177,10	28,15	71,85
FONDO	452,00	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	179,50	ANTES DE LAVAR	629,10



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
30	----	82,30	66,43	33,79	48,62	48,37
102	----	78,91	64,56	34,74	48,12	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	19	33,42	27,33	17,56	62,33	58,53
II	24	32,52	26,81	17,22	59,54	
III	29	32,65	27,00	17,10	57,07	
IV	34	33,77	28,00	17,54	55,16	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
L	----	12,24	11,64	10,10	38,96	39,19
29D	----	12,48	11,81	10,11	39,41	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	0 %	SUCS			MH	
ARENA	28 %	LIMITE LIQUIDO:			59 %	
FINOS	72 %	LIMITE PLASTICO:			39 %	
AASHTO	A-7-5	INDICE PLASTICO:			19 %	

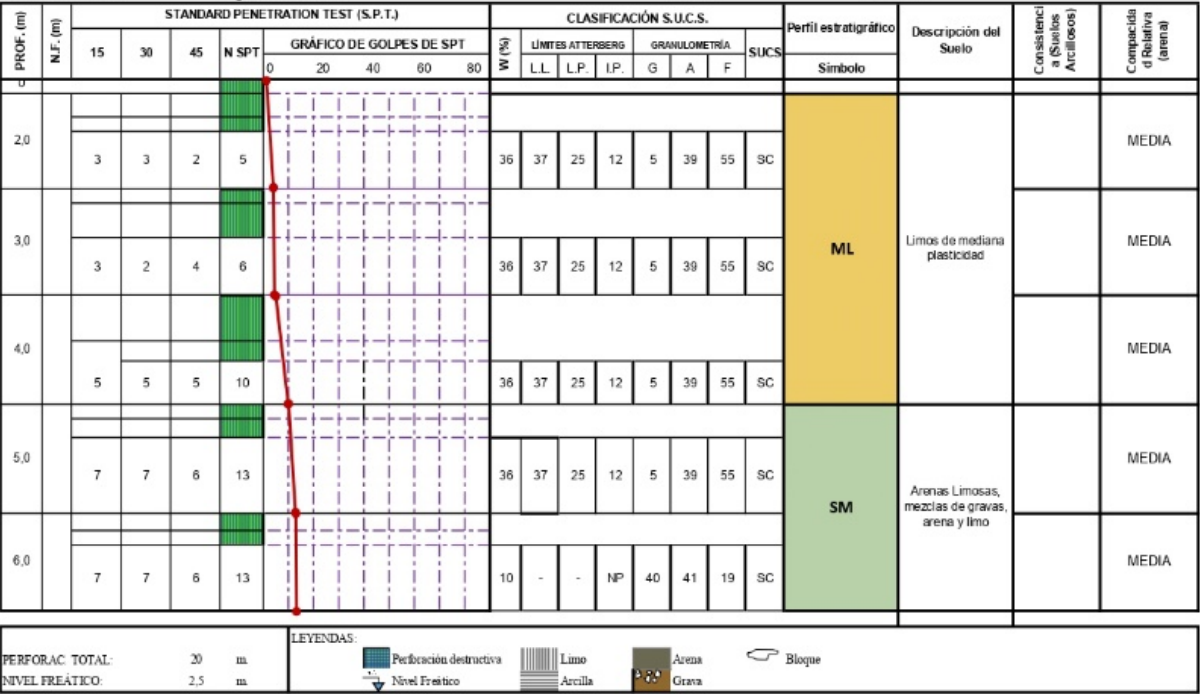


ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-15

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. SULEMA FLORES, EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE

SOLICITADO POR: Sra. Sulema Flores
REALIZADO POR: Ing. Franklin Prieto
POZO: 1
FECHA: 30/1/2025



Ing. Juan Pablo Paladines B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
 Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel.: 0979956482 - Correo: jpaladines82@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

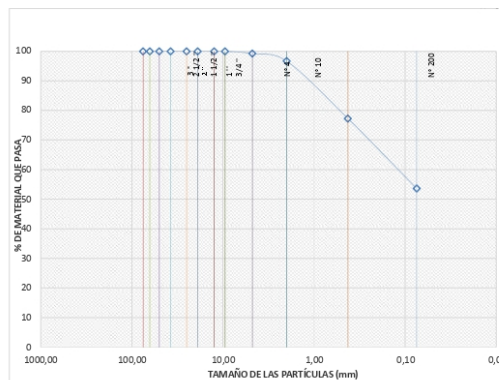
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. SULEMA FLORES, EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE								
UBICACIÓN	Sector San Marcos, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe			SONDEO:	SPT 1		PROFUNDIDAD:	1.00 m - 2.00 m	
SOLICITANTE:	Sra. Sulema Flores			FECHA:		30/1/2025			
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto			REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines			
COORDENADAS:	X:	731557	Y:	9552570	Z:	914			

PERFORACIÓN

1

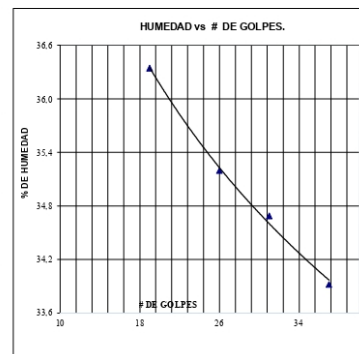
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº4	1,97	1,97	0,8	99,2
FONDO	608,53			
Nº8				
Nº10	13,61	15,58	2,53	96,7
Nº40	119,57	135,15	21,96	77,2
Nº50				
Nº100				
Nº200	145,45	280,60	45,60	53,61
FONDO	329,90			
TOTAL DE MUESTRA		250,11	ANTES DE LAVAR	610,50



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
5	----	125,41	111,25	46,25	21,78	21,49
6	----	130,22	115,36	45,22	21,19	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	19	35,12	30,25	16,85	36,34	35,04
II	26	38,22	32,49	16,21	35,20	
III	31	39,11	33,48	17,25	34,69	
IV	37	45,95	38,45	16,34	33,92	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
C	----	13,10	12,41	9,69	25,37	26,10
D	----	12,85	12,30	10,25	26,83	
CLASIFICACIÓN SUCS						
GRAVA	1 %					ML
ARENA	46 %			LIMITE LIQUIDO:		35 %
FINOS	54 %			LIMITE PLASTICO:		26 %
AASHTO	A-4			INDICE PLASTICO:		9 %



ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
 Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel. - 0979950482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

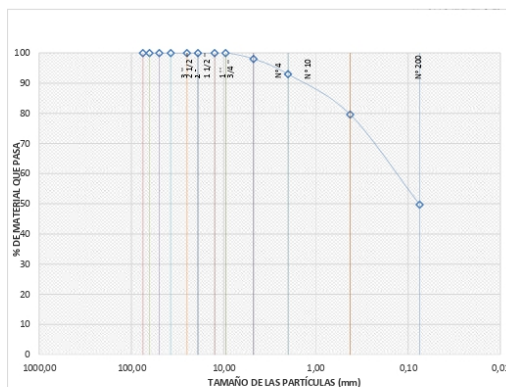
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. SULEMA FLORES, EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN	Sector San Marcos, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD: 2.00 m - 3.00 m
SOLICITANTE:	Sra. Sulema Flores		FECHA:		30/1/2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X:	731557	Y:	9552570	Z: 914
PERFORACIÓN					1

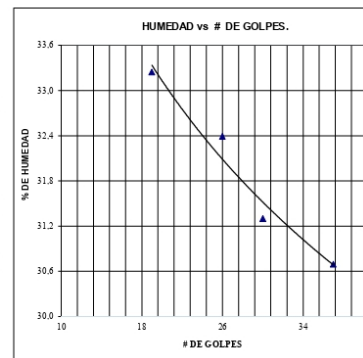
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	-	-	-	100,0
Nº 4	4,89	4,89	2,0	98,0
FOFDO	523,81	-	-	-
Nº 8	-	-	-	-
Nº 10	22,70	27,59	5,12	92,9
Nº 40	71,98	99,57	18,46	79,6
Nº 50	-	-	-	-
Nº 100	-	-	-	-
Nº 200	161,03	260,60	48,32	49,71
FOFDO	268,10	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	248,80		ANTES DE LAVAR	528,70



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
7	----	128,65	115,42	45,22	18,85	19,13
8	----	130,11	115,97	43,11	19,41	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	19	41,25	35,00	16,20	33,24	31,91
II	26	40,22	34,60	17,25	32,39	
III	30	38,25	33,53	18,45	31,30	
IV	37	39,17	34,25	18,22	30,69	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
E	----	13,12	12,55	10,25	24,78	24,45
F	----	13,25	12,64	10,11	24,11	
CLASIFICACION						
GRAVA	2 %	SUCS			ML	
ARENA	48 %	LIMITE LIQUIDO:			32 %	
FINOS	50 %	LIMITE PLASTICO:			24 %	
AASTHO	A-4	INDICE PLASTICO:			7 %	

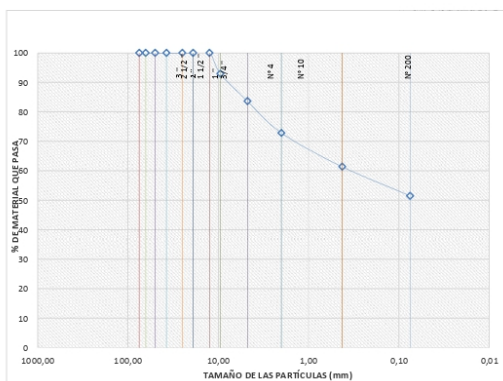


ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06						
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. SULEMA FLORES, EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN:	Sector San Marcos, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	3.00 m - 4.00 m
SOLICITANTE:	Sra. Sulema Flores		FECHA:		30/1/2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	731557	Y:	9552570	Z:	914
					PERFORACIÓN	1

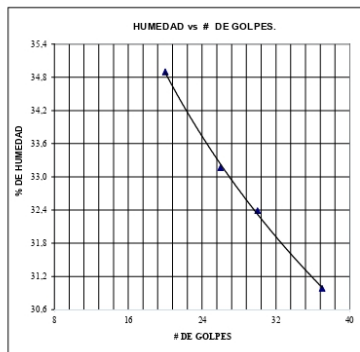
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	19,69	19,69	7,0	93,0
Nº4	26,19	45,88	16,3	83,7
FONDO	474,72	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	21,24	67,12	10,79	72,9
Nº40	71,38	138,50	22,26	61,4
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	61,50	200,00	32,14	51,52
FONDO	320,60	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		280,90	ANTES DE LAVAR	520,80



LIMITES DE ATTERBERG

		HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)				
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
9	----	135,11	115,69	45,11	27,51	26,39
10	----	140,28	120,11	40,29	25,27	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
I	20	41,59	35,12	16,58	34,90	32,86
II	26	43,27	36,69	16,85	33,17	
III	30	38,71	33,45	17,21	32,39	
IV	37	39,11	34,01	17,55	30,98	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
G	----	12,28	11,71	9,48	25,56	25,16
H	----	12,66	12,14	10,04	24,76	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	16 %	SUCS			ML	
ARENA	32 %	LIMITE LIQUIDO:			33 %	
FINOS	52 %	LIMITE PLASTICO:			25 %	
AASHTO	A-4	INDICE PLASTICO:			8 %	



	
ING. JUAN PABLO PALADINES B.	
RESPONSABLE DE LABORATORIO	



CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
Troncal Amazónica y Filomeno Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe
Tel. - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Norma ASTM 2487 - 06

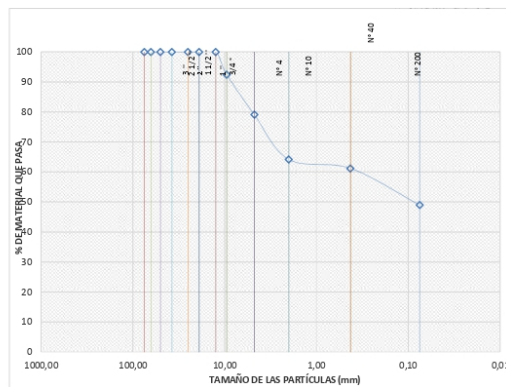
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. SULEMA FLORES, EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN	Sector San Marcos, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD: 4.00 m - 5.00 m
SOLICITANTE:	Sra. Sulema Flores		FECHA:		30/1/2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X:	731557	Y:	9552570	Z: 914

PERFORACIÓN

1

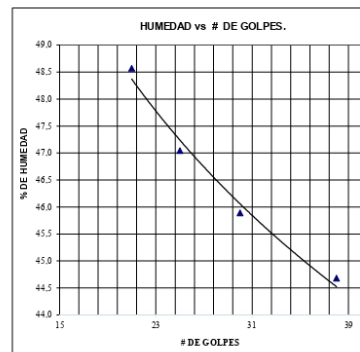
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	16,25	16,25	7,5	92,5
Nº4	28,86	45,11	20,9	79,1
FONDO	376,14	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	34,34	79,45	14,91	64,1
Nº40	15,93	95,38	17,90	61,2
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	64,87	160,25	30,07	48,98
FONDO	261,00	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	215,40	ANILLOS DE LAVAR	421,25



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
11	----	58,89	50,55	34,07	50,61	49,05
12	----	62,44	53,41	34,40	47,50	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
V	21	34,90	29,12	17,22	48,57	46,55
VI	25	38,61	31,92	17,70	47,05	
VII	30	36,45	30,53	17,63	45,89	
VIII	38	37,12	31,03	17,40	44,68	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
C	----	13,15	12,40	10,30	35,71	34,46
D	----	13,74	12,91	10,41	33,20	
CLASIFICACION						
GRAVA	21 %	SUCS			SM	
ARENA	30 %	LIMITE LIQUIDO:			47 %	
FINOS	49 %	LIMITE PLASTICO:			34 %	
AASTHO	A-7.5	INDICE PLASTICO:			12 %	

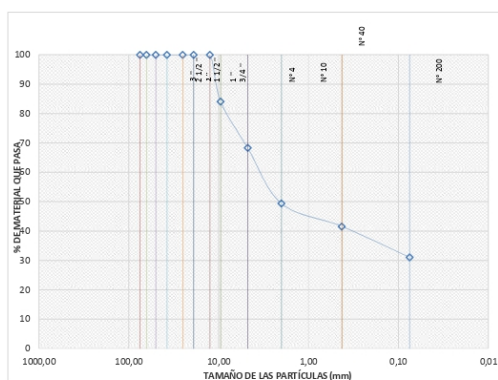


ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Troncal Amazónica y Flomemo Cabrera, Sector Tunantza, Zamora, Zamora Chinchipe Tel: 0979950482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06						
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. SULEMA FLORES, EN EL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN	Sector San Marcos, Cantón Zamora, Zamora Chinchipe		SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	5.00 m - 6.00 m
SOLICITANTE:	Sra. Sulema Flores		FECHA:	30/1/2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X:	731557	Y:	9552570	Z:	914
PERFORACIÓN						1

GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100,0
2 1/2"	-	-	-	100,0
2"	-	-	-	100,0
1 1/2"	-	-	-	100,0
1"	-	-	-	100,0
3/4"	-	-	-	100,0
1/2"	-	-	-	100,0
3/8"	28,79	28,79	16,0	84,0
Nº4	28,33	57,12	31,7	68,3
FONDO	271,58	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	34,13	91,25	18,96	49,3
Nº40	37,44	128,69	26,74	41,6
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	50,56	179,25	37,24	31,05
FONDO	149,45	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		180,12	ANTES DE LAVAR	328,70



SPT-16

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE PARA EL VICARIATO APOSTÓLICO DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE

SOLICITADO POR: Vicariato Apostólico de Zamora
REALIZADO POR: Ing. Franklin Prieto

POZO	1
FECHA	Agosto, 2025

PROF. (m)	N.F. (m)	STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)					CLASIFICACIÓN S.U.C.S.							Perfil estratigráfico		Descripción del Suelo	Consistencia a (Suelos Arcillosos)	Compacidad d Relativa (arenas)			
		15	30	45	N SPT	GRÁFICO DE GOLPES DE SPT					UNIFORME ATTERBERG			GRANULOMETRÍA					SUCS	Símbolo	
		0	20	40	60	80	W (%)	LL	L.P.	I.P.	G	A	F								
2.0		2	2	3	5		36	37	25	12	5	39	55	CL	CL	Arollas inorgánicas de baja a media plasticidad; arcillas con grava, arcillas arenas, arcillas limosas	MEDIA				
3.0		3	3	2	5		36	37	25	12	5	39	55	CL		MEDIA					
4.0		4	4	3	7		36	37	25	12	5	39	55	CL		MEDIA					
5.0		5	4	5	9		36	37	25	12	5	39	55	SC	SC	Area arcillosas, mezcla de arena y arcilla	SUELTA				

LEYENDAS:

Perforación destructiva

Nivel Freático

Limo Arcilla

Arena Grava

Bloque

From Public Relations to
Engineering and Construction
Bldg. No. 184-207A-071146
City - 451 N. 1st St.

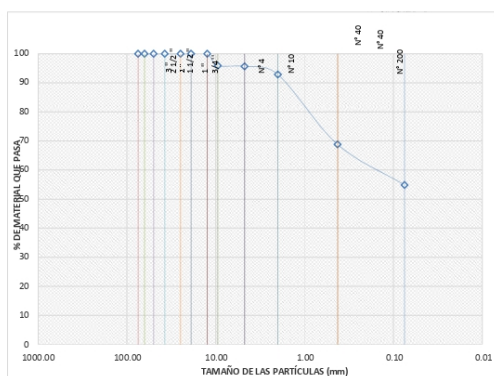
ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



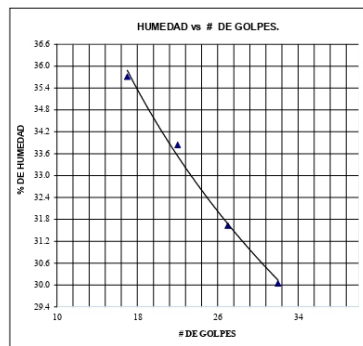
Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE PARA EL VICARIATO APOSTÓLICO DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE									
UBICACIÓN:						SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:	1.00 m - 2.00 m	
SOLICITANTE:	Vicariato Apostólico de Zamora					FECHA:		Agosto, 2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto					REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X:	729396	Y:	9551708	Z:	974	PERFORACIÓN			2

TAMIZ	PESO RETENID O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	4.60	4.60	-	100.0
3/8"	2.20	6.80	4.1	95.9
Nº4	0.40	7.20	4.3	95.7
FONDO	383.50	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	4.30	11.50	2.82	92.9
Nº40	98.30	109.80	26.89	68.8
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	56.90	166.70	40.83	54.86
FONDO	224.00	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		167.10	ANTES DE LAVAR	390.70



HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
18	----	79.57	71.60	49.31	35.76	35.32
89D	----	88.86	79.29	51.86	34.89	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
21D	17	36.45	31.45	17.45	35.71	32.81
27D	22	37.42	32.32	17.25	33.84	
41D	27	36.55	31.90	17.20	31.63	
22D	32	38.14	33.30	17.19	30.04	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
21D	----	12.77	12.30	10.34	23.98	22.63
28D	----	12.00	11.67	10.12	21.29	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	4 %	SUCS			CL	
ARENA	41 %	LIMITE LIQUIDO:			33 %	
FINOS	55 %	LIMITE PLASTICO:			23 %	
AASTHO	A-6	INDICE PLASTICO:			10 %	

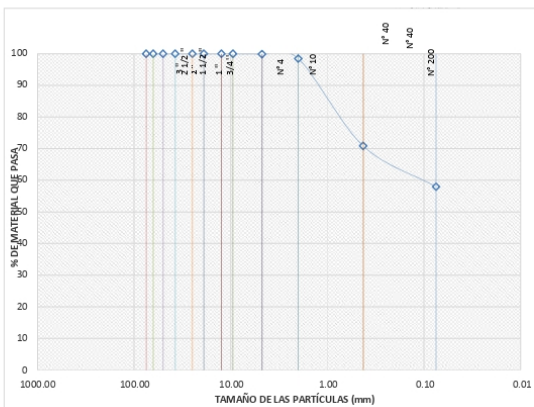


ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamín Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel. - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06						
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE PARA EL VICARIATO APOSTÓLICO DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN:	Vicariato Apostólico de Zamora		SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:	2.00 m - 3.00 m
SOLICITANTE:	Vicariato Apostólico de Zamora		FECHA:	Agosto, 2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X:	729396	Y:	9551708	Z:	974
PERFORACIÓN						2

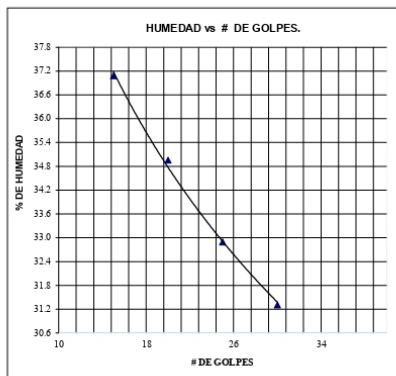
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	0.20	0.20	0.1	99.9
FONDO	329.90	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	4.40	4.60	1.39	98.5
Nº40	91.30	95.90	29.01	70.8
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	42.60	138.50	41.90	57.96
FONDO	191.60	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	138.50	ANTES DE LAVAR	330.10	



LIMITES DE ATTERBERG

Nº TARRO	Nº GOLPES	HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			% HUMEDAD	% PROMEDIO
53	----	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	18.34	26.92
69	----	91.58	85.75	53.96	35.50	
21D	15	LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)			37.08	34.06
27D	20	35.83	30.95	17.79	34.96	
41D	25	36.49	31.68	17.92	32.90	
22D	30	36.78	32.00	17.47	31.31	
21D	----	LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)			24.56	23.24
28D	----	12.40	11.98	10.27	21.92	
		CLASIFICACIÓN				
GRAVA	0 %	SUCS			CL	
ARENA	42 %	LIMITE LIQUIDO:			34 %	
FINOS	58 %	LIMITE PLASTICO:			23 %	
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:			11 %	

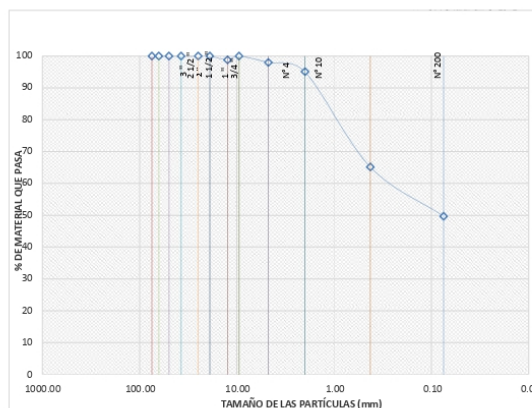



 ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamín Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979956462 - Correo: jppaladines92@gmail.com			
		CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06			
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE PARA EL VICARIATO APOSTÓLICO DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN			SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD: 3.00 m - 4.00 m
SOLICITANTE:	Vicariato Apostólico de Zamora		FECHA:	Agosto, 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	729396	Y:	9551708	Z: 974
					PERFORACIÓN 2

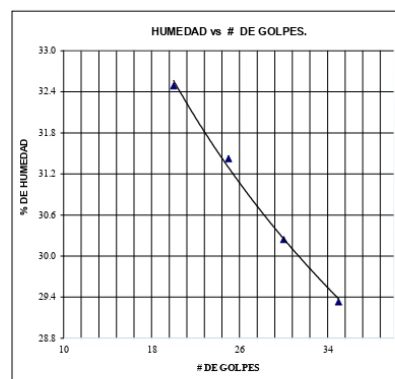
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENID O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	3.70	3.70	1.2	98.8
3/8"	-3.70	-	-	100.0
Nº4	6.30	6.30	2.0	98.0
FONDO	628.70	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	12.60	18.90	2.92	95.1
Nº40	193.90	212.80	32.84	65.2
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	100.20	313.00	48.30	49.69
FONDO	322.00	313.20	-	-
TOTAL DE MUESTRA		313.20	ANTES DE LAVAR	635.00



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
54	----	110.41	97.68	52.24	28.01	29.69
101	----	108.03	94.68	52.13	31.37	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
21D	20	37.36	32.50	17.54	32.49	30.87
27D	25	35.93	31.60	17.82	31.42	
41D	30	36.70	32.23	17.45	30.24	
22D	35	39.93	34.92	17.84	29.33	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
21D	----	11.98	11.66	10.22	22.22	22.36
28D	----	12.14	11.78	10.18	22.50	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	2 %	SUCS			CL	
ARENA	48 %	LIMITE LIQUIDO:			31 %	
FINOS	50 %	LIMITE PLASTICO:			22 %	
AASTHO	A-4	INDICE PLASTICO:			9 %	

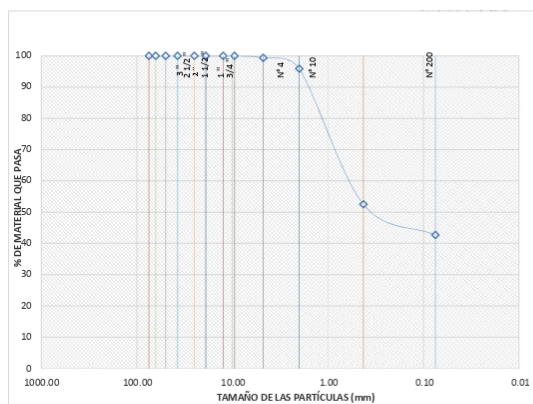



 ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

	CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamín Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com					
	CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06					
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE PARA EL VICARIATO APOSTÓLICO DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN:	Vicariato Apostólico de Zamora		SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:	4.00 m - 5.00 m
SOLICITANTE:	Vicariato Apostólico de Zamora		FECHA:		Agosto, 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	729396	Y:	9551708	Z:	974
PERFORACIÓN						2

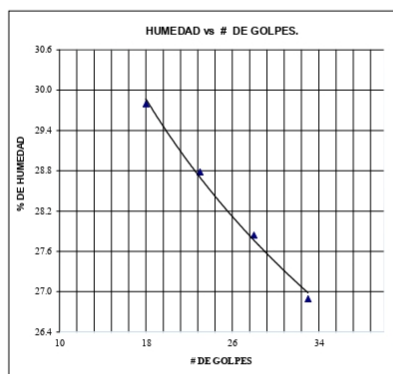
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	1.20	1.20	0.6	99.4
FONDO	328.20	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	10.30	11.50	3.47	95.9
Nº40	143.90	155.40	46.88	52.5
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	32.40	187.80	56.65	42.71
FONDO	141.60	188.90	-	-
TOTAL DE MUESTRA		188.90	ANTES DE LAVAR	329.40



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
12	----	100.36	90.05	54.34	28.87	30.80
90D	----	93.80	82.81	49.23	32.73	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
21D	18	37.45	32.90	17.63	29.80	28.33
27D	23	39.36	34.53	17.75	28.78	
41D	28	35.96	31.92	17.41	27.84	
22D	33	38.33	33.93	17.57	26.89	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
21D	----	12.45	12.05	10.20	21.62	21.28
28D	----	12.77	12.30	10.06	20.94	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	1 %	SUCS				SC
ARENA	57 %	LIMITE LIQUIDO:				28 %
FINOS	43 %	LIMITE PLASTICO:				21 %
AASHTO	A-4	INDICE PLASTICO:				7 %

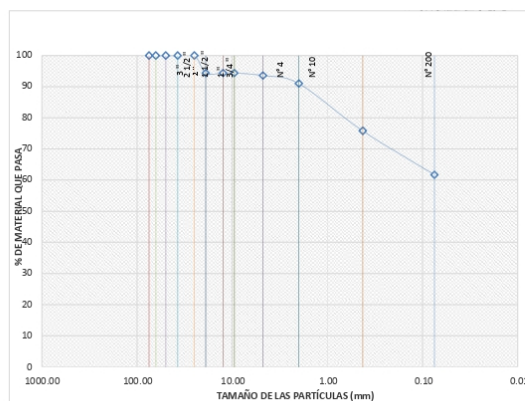


ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamín Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel - 0979956482 - Correo: jppaladines92@gmail.com				
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06						
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE PARA EL VICARIATO APOSTÓLICO DE ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					
UBICACIÓN:	Vicariato Apostólico de Zamora		SONDEO:	SPT 2	PROFUNDIDAD:	5.00 m - 6.00 m
SOLICITANTE:	Vicariato Apostólico de Zamora		FECHA:		Agosto, 2025	
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto		REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines	
COORDENADAS:	X:	729396	Y:	9551708	Z:	974
					PERFORACIÓN	2

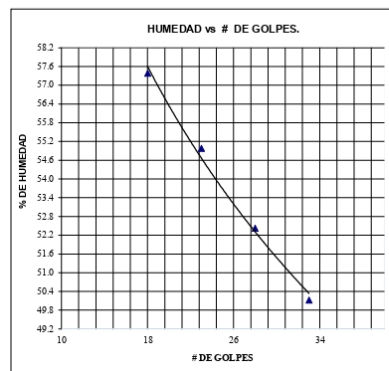
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	13.20	5.6	94.4
1/2"	-	13.20	5.6	94.4
3/8"	-	13.20	5.6	94.4
Nº4	1.90	15.10	6.4	93.6
FONDO	676.50	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	3.90	19.00	2.57	91.0
Nº40	112.40	131.40	17.78	75.8
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	104.10	235.50	31.87	61.72
FONDO	456.10	235.60	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	235.60	ANTES DE LAVAR	691.60



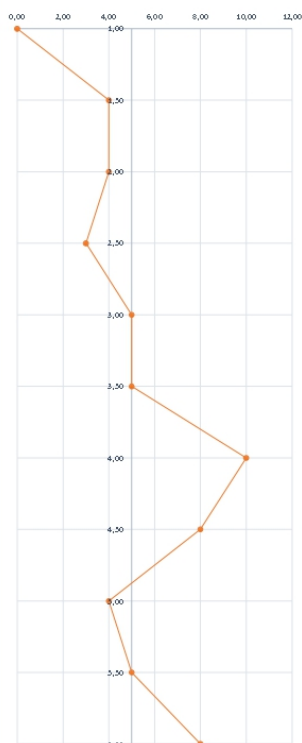
LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
12	----	100.36	90.05	54.34	28.87	30.80
90D	----	93.80	82.81	49.23	32.73	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
21D	18	35.32	28.83	17.52	57.38	53.73
27D	23	35.06	28.99	17.95	54.98	
41D	28	33.78	28.28	17.79	52.43	
22D	33	35.41	29.36	17.29	50.12	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
21D	----	11.98	11.57	10.08	27.52	27.85
28D	----	12.19	11.77	10.28	28.19	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	6 %	SUCS				CH
ARENA	32 %	LIMITE LIQUIDO:				54 %
FINOS	62 %	LIMITE PLASTICO:				28 %
AASTHO	A-7-6	INDICE PLASTICO:				26 %




 Ing. Juan Pablo Paladines B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

 CARAN INGENIERIA CONSULTORIA / CONSTRUCCION		ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com		ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es		GEO-FIGMA CECLOGIA MINAS GEOTECNIA				
REGISTRO DE SONDEOS										
PROYECTO		ESTUDIO GEOTECNICO								
LOCALIZACION		CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE					PROFUNDIDAD		0 m - 6 m	
POZO N°		3		REVISADO POR		ING. JUAN PABLO PALADINES				
ENSAYADO POR		ING. ALEX FIGUEROA		FECHA DE ENSAYO		14/4/2022				
SOLICITA		MORADORES DEL SECTOR		EQUIPO		SPT		COORDENADAS		X: 729960 Y: 9552080 Z: 913

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio (No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0.50		0.00			Material de relleno. Raíces. Cobertura Vegetal.		  
1.00		0.00					
1.50	3.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja a Mediana Plasticidad CH = 46.69, LL = 30, IP = 14		
2.00	2.00	4.00					
2.50	2.00			CL	Suelo: Arcillas de Baja a Mediana Plasticidad CH = 44.68, LL = 43, IP = 32		
3.00	2.00	4.00					
3.50	2.00			SC	Suelo: Arenas Arcillosas CH = 42.48, LL = 34, IP = 21		
4.00	3.00	5.00					
4.50	3.00			SC	Suelo: Arenas Arcillosas CH = 40.90 %, LL = 36, IP = 24		
5.00	3.00	8.00					
5.50	3.00			SC	Suelo: Arenas Arcillosas CH = 42.27 %, LL = 33, IP = 18		
6.00	4.00	4.00					

Observaciones: No se encontró nivel freático.


 ING. JUAN PABLO PALADINES
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

PROYECTO		ESTUDIO GEOTÉCNICO				
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA Zamora Chinchipe	CANTÓN ZAMORA	SECTOR UJUKAM	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m	
SONDEO	SPT 3	MUESTRA 1	COLOR CAFE CLARO	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines	
ENSAYADO POR	Ing. Alex Steven Figueroa Macas			COORDENADAS	X 729960	Y 9552080
SOLICITA	MORADORES DEL SECTOR			Z	913	

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	0	0.46	0.1	99.9
FONDO	638			
Nº8				
Nº10	1	1.50	0.2	99.7
Nº40	123	124.69	19.5	80.4
Nº50				
Nº100				
Nº200	178	303.03	47.46	52.47
FONDO	335			
TOTAL DE MUESTRA		638.00		

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDA PROMEDIO
1	----	126.66	102.39	49.72	46.08
2	----	131.52	104.85	48.47	46.69

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)				
1	20	41.37	35.24	16.21
2	25	42.68	36.54	16.34
3	30	38.57	33.57	16.30
4	35	39.64	34.87	16.61

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)				
A	----	12.34	11.95	9.35
B	----	11.85	11.5	9.41

CLASIFICACIÓN		
GRAVA	0 %	SUCS
ARENA	47 %	LÍMITE LÍQUIDO:
FINOS	52 %	LÍMITE PLÁSTICO:
AASHTO	A-6	ÍNDICE PLÁSTICO:

HUMEDAD vs # DE GOLPES.

ÁBACO DE CASAGRANDE

CLASIFICACIÓN AASHTO

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

CLASIFICACION DE SUELOS															
PROYECTO		ESTUDIO GEOTÉCNICO													
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA Zamora Chinchipe		CANTÓN ZAMORA		SECTOR UJUKAM		PROFUNDIDAD 2.50 m - 3.00 m							
SONDEO		SPT 3		MUESTRA 2		COLOR CAFE CLARO		REVISADO POR Ing. Juan Pablo Paladines							
ENSAYADO POR SOLICITA		Ing. Alex Steven Figueroa Macas MORADORES DEL SECTOR				COORDENADAS		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> <tr> <td>729960</td> <td>9552080</td> <td>913</td> </tr> </table>		X	Y	Z	729960	9552080	913
X	Y	Z													
729960	9552080	913													
LIMITES DE ATTERBERG															
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)															
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA											
3"	-	-	-	100.0											
2 1/2"	-	-	-	100.0											
2"	-	-	-	100.0											
1 1/2"	-	-	-	100.0											
1"	-	-	-	100.0											
3/4"	-	-	-	100.0											
1/2"	-	-	-	100.0											
3/8"	-	-	-	100.0											
Nº4	-	-	-	100.0											
FONDO	610														
Nº8															
Nº10	2	1.95	0.3	99.7											
Nº40	124	126.05	20.7	79.3											
Nº50															
Nº100															
Nº200	183	308.73	50.61	49.39											
FONDO	301														
TOTAL DE MUESTRA		610.00													
HUMEDAD vs # DE GOLPES.					ÁBACO DE CASAGRANDE										
CLASIFICACIÓN AASHTO					CLASIFICACIÓN AASHTO										
ING. JUAN PABLO PALADINES B. RESPONSABLE DE LABORATORIO															

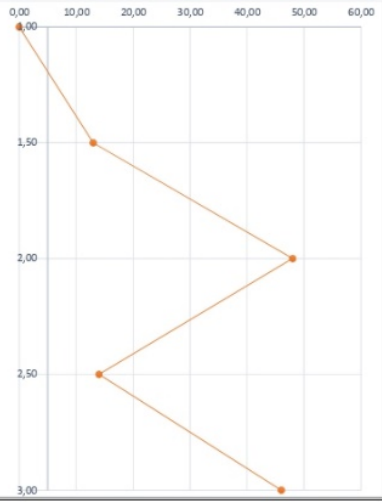
CLASIFICACION DE SUELOS									
PROYECTO		ESTUDIO GEOTÉCNICO							
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR		PROFUNDIDAD	
		Zamora Chinchipe		ZAMORA		UJUKAM		3.50 m - 4.00 m	
SONDEO		SPT 3	MUESTRA	3	COLOR	CAFE CLARO		REVISADO POR	
ENSAYADO POR		Ing. Alex Steven Figueroa Macas						Ing. Juan Pablo Paladines	
SOLICITA		MORADORES DEL SECTOR						COORDENADAS	
								X	Y
								729960	9552080
								Z	913
LIMITES DE ATTERBERG									
GRANULOMETRÍA (ASTM D#22)									
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA					
3"	-	-	-	100.0					
2 1/2"	-	-	-	100.0					
2"	-	-	-	100.0					
1 1/2"	-	-	-	100.0					
1"	-	-	-	100.0					
3/4"	-	-	-	100.0					
1/2"	-	-	-	100.0					
3/8"	-	-	-	100.0					
Nº4	16	15.87	2.5	97.5					
FONDO	622								
Nº8									
Nº10	5	20.96	3.2	94.3					
Nº40	95	115.74	17.7	79.8					
Nº50									
Nº100									
Nº200	245	960.72	55.18	42.38					
FONDO	277								
TOTAL DE MUESTRA		638.00							
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)									
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	% HUMEDA	% PROMEDIO				
1	----	148.35	119.46	49.43	41.25				
2	----	155.80	123.50	49.61	43.71				
42.48									
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)									
1	20	41.57	35.04	16.21	34.68				
2	25	38.57	32.99	16.54	33.92				
3	30	36.99	32.01	16.85	32.85				
4	35	42.58	36.34	16.40	31.29				
33.62									
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)									
A	----	11.42	11.2	9.40	12.22				
B	----	10.85	10.68	9.35	12.78				
12.50									
CLASIFICACIÓN									
GRAVA	2 %	SUCS		SC					
ARENA	55 %	LIMITE LIQUIDO:		34 %					
FINOS	42 %	LIMITE PLASTICO:		13 %					
AASTHO	A-6	INDICE PLASTICO:		21 %					
HUMEDAD vs # DE GOLPES.									
ÁBACO DE CASAGRANDE									
CLASIFICACIÓN AASHTO									
ING. JUAN PABLO PALADINES B. RESPONSABLE DE LABORATORIO									

CLASIFICACION DE SUELOS																																																																																																																													
PROYECTO	ESTUDIO GEOTÉCNICO																																																																																																																												
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA Zamora Chinchipe		CANTÓN ZAMORA		SECTOR	PROFUNDIDAD	4.50 m - 5.00 m																																																																																																																						
SONDEO	SPT 3	MUESTRA	4	COLOR	CAFE CLARO	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines																																																																																																																						
ENSAYADO POR	Ing. Alex Steven Figueroa Macas					COORDENADAS	X	Y	Z																																																																																																																				
SOLICITA	MORADORES DEL SECTOR					729960	9552080	913																																																																																																																					
LIMITES DE ATTERBERG																																																																																																																													
GRANULOMETRÍA (ASTM D422) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>PESO RETENIDO PARCIAL</th> <th>PESO RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% RETENIDO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>2"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>Nº4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>FONDO</td><td>584</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº10</td><td>8</td><td>7.85</td><td>1.3</td><td>98.7</td></tr> <tr><td>Nº40</td><td>196</td><td>203.82</td><td>34.9</td><td>65.1</td></tr> <tr><td>Nº50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº200</td><td>175</td><td>379.00</td><td>64.90</td><td>35.10</td></tr> <tr><td>FONDO</td><td>205</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>TOTAL DE MUESTRA</td><td></td><td>584.00</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	3"	-	-	-	100.0	2 1/2"	-	-	-	100.0	2"	-	-	-	100.0	1 1/2"	-	-	-	100.0	1"	-	-	-	100.0	3/4"	-	-	-	100.0	1/2"	-	-	-	100.0	3/8"	-	-	-	100.0	Nº4	-	-	-	100.0	FONDO	584				Nº8					Nº10	8	7.85	1.3	98.7	Nº40	196	203.82	34.9	65.1	Nº50					Nº100					Nº200	175	379.00	64.90	35.10	FONDO	205				TOTAL DE MUESTRA		584.00			HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº TARRO</th> <th>Nº GOLPES</th> <th>PESO HUMED</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO TARRO</th> <th>% HUMEDA</th> <th>% PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>----</td><td>131.06</td><td>106.36</td><td>45.93</td><td>40.87</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>----</td><td>150.77</td><td>121.18</td><td>49.20</td><td>41.11</td><td>40.99</td></tr> </tbody> </table>					Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDA	% PROMEDIO	1	----	131.06	106.36	45.93	40.87		2	----	150.77	121.18	49.20	41.11	40.99
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA																																																																																																																									
3"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
2 1/2"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
2"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
1 1/2"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
1"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
3/4"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
1/2"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
3/8"	-	-	-	100.0																																																																																																																									
Nº4	-	-	-	100.0																																																																																																																									
FONDO	584																																																																																																																												
Nº8																																																																																																																													
Nº10	8	7.85	1.3	98.7																																																																																																																									
Nº40	196	203.82	34.9	65.1																																																																																																																									
Nº50																																																																																																																													
Nº100																																																																																																																													
Nº200	175	379.00	64.90	35.10																																																																																																																									
FONDO	205																																																																																																																												
TOTAL DE MUESTRA		584.00																																																																																																																											
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDA	% PROMEDIO																																																																																																																							
1	----	131.06	106.36	45.93	40.87																																																																																																																								
2	----	150.77	121.18	49.20	41.11	40.99																																																																																																																							
					LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>39.14</td><td>33.15</td><td>17.20</td><td>37.55</td></tr> <tr><td>2</td><td>25</td><td>41.42</td><td>34.94</td><td>16.84</td><td>35.80</td></tr> <tr><td>3</td><td>31</td><td>38.18</td><td>32.63</td><td>16.76</td><td>34.97</td></tr> <tr><td>4</td><td>35</td><td>40.34</td><td>34.36</td><td>16.48</td><td>33.45</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>36.00</td></tr> </tbody> </table>					1	20	39.14	33.15	17.20	37.55	2	25	41.42	34.94	16.84	35.80	3	31	38.18	32.63	16.76	34.97	4	35	40.34	34.36	16.48	33.45							36.00																																																																																					
1	20	39.14	33.15	17.20	37.55																																																																																																																								
2	25	41.42	34.94	16.84	35.80																																																																																																																								
3	31	38.18	32.63	16.76	34.97																																																																																																																								
4	35	40.34	34.36	16.48	33.45																																																																																																																								
						36.00																																																																																																																							
					LIMITE PLASTICO (ASTM D4318) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>A</td><td>----</td><td>11.03</td><td>10.8</td><td>8.90</td><td>12.11</td></tr> <tr><td>B</td><td>----</td><td>11.76</td><td>11.53</td><td>9.69</td><td>12.50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>12.30</td></tr> </tbody> </table>					A	----	11.03	10.8	8.90	12.11	B	----	11.76	11.53	9.69	12.50							12.30																																																																																																	
A	----	11.03	10.8	8.90	12.11																																																																																																																								
B	----	11.76	11.53	9.69	12.50																																																																																																																								
						12.30																																																																																																																							
					CLASIFICACIÓN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>GRAVA</td><td>0 %</td><td>SUCS</td><td>SC</td></tr> <tr><td>ARENA</td><td>65 %</td><td>LIMITE LIQUIDO:</td><td>36 %</td></tr> <tr><td>FINOS</td><td>35 %</td><td>LIMITE PLASTICO:</td><td>12 %</td></tr> <tr><td>AATHO</td><td>A-6</td><td>INDICE PLASTICO:</td><td>24 %</td></tr> </tbody> </table>					GRAVA	0 %	SUCS	SC	ARENA	65 %	LIMITE LIQUIDO:	36 %	FINOS	35 %	LIMITE PLASTICO:	12 %	AATHO	A-6	INDICE PLASTICO:	24 %																																																																																																				
GRAVA	0 %	SUCS	SC																																																																																																																										
ARENA	65 %	LIMITE LIQUIDO:	36 %																																																																																																																										
FINOS	35 %	LIMITE PLASTICO:	12 %																																																																																																																										
AATHO	A-6	INDICE PLASTICO:	24 %																																																																																																																										
HUMEDAD vs # DE GOLPES.					ÁBACO DE CASAGRANDE																																																																																																																								
					CLASIFICACIÓN AASHTO																																																																																																																								
ING. JUAN PABLO PALADINES B. RESPONSABLE DE LABORATORIO																																																																																																																													

CLASIFICACION DE SUELOS																																	
PROYECTO		ESTUDIO GEOTÉCNICO																															
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA Zamora Chinchipe		CANTÓN ZAMORA		SECTOR		PROFUNDIDAD 5.50 m - 6.00 m																									
SONDEO		SPT 3	MUESTRA	5	COLOR	CAFE CLARO		REVISADO POR Ing. Juan Pablo Paladines																									
ENSAYADO POR		Ing. Alex Steven Figueroa Macas					COORDENADAS																										
SOLICITA		MORADORES DEL SECTOR					X	Y	Z																								
							729960	9552080	913																								
LIMITES DE ATTERBERG																																	
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)					HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)																												
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO TARRO																								
3"	-	-	-	100.0	1	----	119.66	98.57	48.00																								
2 1/2"	-	-	-	100.0	2	----	159.01	125.32	46.68																								
2"	-	-	-	100.0																													
1 1/2"	-	-	-	100.0																													
1"	-	-	-	100.0																													
3/4"	-	-	-	100.0																													
1/2"	-	-	-	100.0																													
3/8"	-	-	-	100.0																													
N°4	-	-	-	100.0																													
FONDO	584																																
N°8																																	
N°10	9	9.13	1.6	98.4																													
N°40	213	222.06	38.0	62.0																													
N°50																																	
N°100																																	
N°200	190	412.47	70.63	29.37																													
FONDO	172																																
TOTAL DE MUESTRA		584.00																															
					LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318) <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>20</td> <td>41.37</td> <td>35.04</td> <td>16.21</td> <td>33.62</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> <td>40.4</td> <td>34.41</td> <td>16.25</td> <td>32.98</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30</td> <td>41.68</td> <td>35.64</td> <td>16.50</td> <td>31.56</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>35</td> <td>42.65</td> <td>36.50</td> <td>16.61</td> <td>30.92</td> </tr> </table>					1	20	41.37	35.04	16.21	33.62	2	25	40.4	34.41	16.25	32.98	3	30	41.68	35.64	16.50	31.56	4	35	42.65	36.50	16.61	30.92
1	20	41.37	35.04	16.21	33.62																												
2	25	40.4	34.41	16.25	32.98																												
3	30	41.68	35.64	16.50	31.56																												
4	35	42.65	36.50	16.61	30.92																												
					LIMITE PLASTICO (ASTM D4318) <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>----</td> <td>11.21</td> <td>11.01</td> <td>9.60</td> <td>14.18</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>----</td> <td>10.57</td> <td>10.43</td> <td>9.54</td> <td>15.73</td> </tr> </table>					A	----	11.21	11.01	9.60	14.18	B	----	10.57	10.43	9.54	15.73												
A	----	11.21	11.01	9.60	14.18																												
B	----	10.57	10.43	9.54	15.73																												
					CLASIFICACIÓN <table border="1"> <tr> <td>GRAVA</td> <td>0 %</td> <td>SUCS</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>71 %</td> <td>LIMITE LIQUIDO:</td> <td>33 %</td> </tr> <tr> <td>FINOS</td> <td>29 %</td> <td>LIMITE PLASTICO:</td> <td>15 %</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>A-2-6</td> <td>INDICE PLASTICO:</td> <td>18 %</td> </tr> </table>					GRAVA	0 %	SUCS	SC	ARENA	71 %	LIMITE LIQUIDO:	33 %	FINOS	29 %	LIMITE PLASTICO:	15 %	AASHTO	A-2-6	INDICE PLASTICO:	18 %								
GRAVA	0 %	SUCS	SC																														
ARENA	71 %	LIMITE LIQUIDO:	33 %																														
FINOS	29 %	LIMITE PLASTICO:	15 %																														
AASHTO	A-2-6	INDICE PLASTICO:	18 %																														
HUMEDAD vs # DE GOLPES. 					ÁBACO DE CASAGRANDE 																												
					CLASIFICACIÓN AASHTO 																												
ING. JUAN PABLO PALADINES B. RESPONSABLE DE LABORATORIO																																	

SPT-18

	CARAN INGENIERIA / CONSULTORIA / CONSTRUCCIÓN	ING. JUAN PABLO PALADINES BENITEZ (0979956482) jppaladines92@gmail.com	ING. ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS (0982581197 - 0997810516) alex_figma10@hotmail.es	GEO-FIGMA GEOLOGIA-MINAS-GEOTECNIA	
REGISTRO DE SONDEOS					
PROYECTO	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL ÁREA UBICADA ENTRE EL BARRIO LA UNIÓN Y MARTIN UJUKAM, MARGEN DERECHO RIO JAMBUE.				
LOCALIZACIÓN	CIUDAD ZAMORA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE			PROFUNDIDAD	0 m - 3 m
POZO N°	2	REVISADO POR	ING. JUAN PABLO PALADINES	COORDENADAS	X 729930
ENSAYADO POR	ING. ALEX FIGUEROA	FECHA DE ENSAYO	14/4/2022		Y 9550479
SOLICITA	MORADORES DEL SECTOR	EQUIPO	SPT		Z 908

PROF. (m)	Nro. Golpes Registr.	Nro de Golpes	NF	CE	Descripción del suelo	Resumen Gráfico del Estudio No. De Golpes)	ANEXO FOTOGRAFICO
0.50		0.00			Material de relleno. Raíces. Cobertura Vegetal.		
1.00		0.00					
1.50	5.00	13.00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 26.97, LL = 28, IP = 12		
	5.00						
	8.00						
2.00	8.00	48.00		CL	Suelo: Arcillas de Baja Plasticidad CH = 27.03, LL = 37, IP = 26		
	20.00						
	28.00						
2.50	6.00	14.00		CL			
	6.00						
	8.00						
3.00	20.00	46.00		CL			
	8.00						
	38.00						

Observaciones: No se encontró nivel freático.


 Juan Pablo Paladines Benitez
 Ingeniero Civil - Geotecnia
 RUC: 20190956482
 CIP: 442993482

ING. JUAN PABLO PALADINES
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL ÁREA UBICADA ENTRE EL BARRIO LA UNIÓN Y MARTIN UJUKAM, MARGEN DERECHO RIO JAMBUE												
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA Zamora Chinchipe		CANTÓN ZAMORA		SECTOR UJUKAM	PROFUNDIDAD	1.50 m - 2.00 m						
SONDEO	SPT 2	MUESTRA	1	COLOR	CAFE CLARO	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines						
ENSAYADO POR SOLICITA	Ing. Alex Steven Figueroa Macas MORADORES DEL SECTOR					COORDENADAS	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> <tr> <td>729930</td> <td>9550479</td> <td>908</td> </tr> </table>	X	Y	Z	729930	9550479	908
X	Y	Z											
729930	9550479	908											

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	5	4.73	0.5	99.5
FONDO	881			
Nº8				
Nº10	9	13.27	1.5	98.0
Nº40	106	119.62	13.4	86.0
Nº50				
Nº100				
Nº200	277	39.6.62	44.53	54.94
FONDO	489			
TOTAL DE MUESTRA		886.00		

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO HUMED	% PROMEDIO
1	----	126.49	107.89	39.08	27.03
2	----	121.90	104.50	39.82	26.97

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)					
Nº	GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO HUMED	%
1	20	43.57	37.48	16.50	29.03
2	25	44.28	38.15	16.61	28.46
3	30	39.57	34.60	16.74	27.83
4	35	41.81	36.54	16.75	28.29

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)					
Nº	GOLPES	PESO HUMED	PESO SECO	PESO HUMED	%
A	----	12.01	11.64	9.39	16.44
B	----	12.54	12.1	9.45	16.60

CLASIFICACIÓN			
GRAVA	1 %	SUCS	CL
ARENA	45 %	LÍMITE LÍQUIDO:	28 %
FINOS	55 %	LÍMITE PLÁSTICO:	17 %
AASHTO	A-6	ÍNDICE PLÁSTICO:	12 %

HUMEDAD vs # DE GOLPES.	
% DE HUMEDAD	# DE GOLPES
31.0	14
30.4	22
29.8	30
29.2	38
28.6	
28.0	
27.4	
26.8	
26.2	
25.6	
25.0	

ÁBACO DE CASAGRANDE	
ÍNDICE PLÁSTICO	LÍMITE LÍQUIDO
60	0
50	10
40	20
30	30
20	40
10	50
0	60

CLASIFICACIÓN AASHTO	
ÍNDICE PLÁSTICO	LÍMITE LÍQUIDO
70	0
60	10
50	20
40	30
30	40
20	50
10	60
0	70

Ing. Juan Pablo Paladines B.
Ingeniero Civil - Geotecnia
C.O. 00000000000000000000
C.O. 00000000000000000000

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO



CLASIFICACION DE SUELOS



PROYECTO	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL ÁREA UBICADA ENTRE EL BARRIO LA UNIÓN Y MARTIN UJUKAM, MARGEN DERECHO RIO JAMBUE.												
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA		CANTÓN		SECTOR	PROFUNDIDAD	2.50 m - 3.00 m						
	Zamora Chinchipe		ZAMORA		UJUKAM								
SONDEO	SPT 2	MUESTRA	1	COLOR	CAFE CLARO	REVISADO POR	Ing. Juan Pablo Paladines						
ENSAYADO POR SOLICITA	Ing. Alex Steven Figueroa Macas MORADORES DEL SECTOR					COORDENADAS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> <tr> <td>729930</td> <td>9550479</td> <td>908</td> </tr> </table>	X	Y	Z	729930	9550479	908
X	Y	Z											
729930	9550479	908											

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	5	4.73	0.5	99.5
FONDO	881			
Nº8				
Nº10	9	13.27	1.5	98.0
Nº40	106	119.62	13.4	86.0
Nº50				
Nº100				
Nº200	277	39.662	44.53	54.94
FONDO	489			
TOTAL DE MUESTRA		886.00		

LIMITES DE ATTERBERG

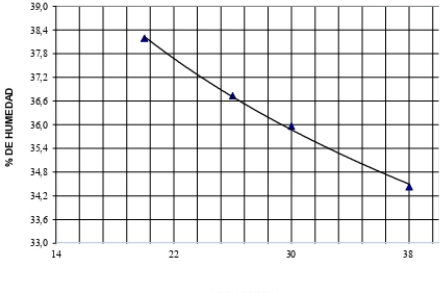
Nº TARRO	Nº GOLPES	HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)			
		PESO HUMED	PESO SECO	% HUMEDA	% PROMEDIO
1	----	123.68	106.49	40.80	26.17
2	----	128.48	109.21	40.11	27.03

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)					
1	20	42.71	35.71	17.38	38.19
2	26	37.73	32.11	16.81	36.73
3	30	42.04	35.38	16.86	35.96
4	38	38.34	32.80	16.71	34.43

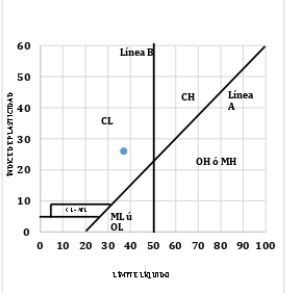
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
A	----	11.52	11.32	9.40	10.42
B	----	11.64	11.41	9.39	10.90

CLASIFICACIÓN			
GRAVA	1 %	SUCS	CL
ARENA	45 %	LIMITE LIQUIDO:	37 %
FINOS	55 %	LIMITE PLASTICO:	11 %
AASTHO	A-6	INDICE PLASTICO:	26 %

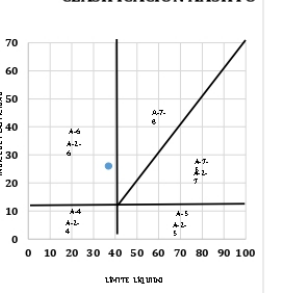
HUMEDAD vs # DE GOLPES.



ÁBACO DE CASAGRANDE



CLASIFICACIÓN AASHTO




 Ing. Juan Pablo Paladines B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

SPT-19

PROYECTO: ESTUDIOS A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE

SOLICITADO POR: Ing. Francisco Baculima
REALIZADO POR: Ing. Franklin Prieto
POZO: 1
FECHA: 1/6/2025

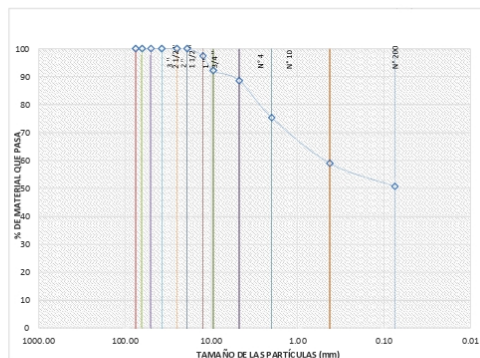
PROF. (m)	N.F. (m)	STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)					CLASIFICACIÓN S.U.C.S.								Perfil estratigráfico	Descripción del Suelo	Consistencia a (Suelos Arcillosos)	Compacidad Relativa (arena)	
		15	30	45	N SPT	GRÁFICO DE GOLPES DE SPT	W (%)	LÍMITES ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			SUCS					
								L.L.	L.P.	I.P.	G	A	F						
						0													
1,0			5	4	5	9										ML	Limos de baja plasticidad	Firme	
2,0			6	7	7	14										ML		Firme	
3,0			11	10	9	19										ML		Firme	
4,0			6	3	9	12										ML		Firme	
5,0			12	13	12	25										ML		Firme	
LEYENDAS:																			
Perforación destructiva Nivel Freático Limo Arcilla Arena Grava Bloque																			

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sedor Benjamín Camión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979959482 - Correo: jopaladines92@gmail.com			
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06					
PROYECTO:	ESTUDIOS A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE				
UBICACIÓN:	Zamora	SONDEO:	SPT 1	PROFUNDIDAD:	1.00 m - 2.00 m
SOLICITANTE:	Ing. Francisco Baculima	FECHA:	Junio 2025		
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS:	X: 727863	Y: 9549391	Z: 926	PERFORACIÓN 1	

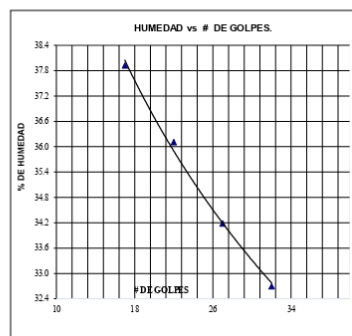
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	5.10	5.10	2.6	97.4
3/8"	10.30	15.40	7.8	92.2
Nº4	7.07	22.47	11.4	88.6
FONDO	434.53			
Nº8				
Nº10	45.93	68.40	13.26	75.3
Nº40	84.30	152.70	29.60	59.0
Nº50				
Nº100				
Nº200	42.70	195.40	37.87	50.70
FONDO	261.60			
TOTAL DE MUESTRA		198.70	ANTES DE LAVAR	457.00



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
10	---	145.62	124.45	52.41	29.39
7	---	122.30	106.02	53.10	30.76
PROMEDIO: 30.07					
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318)					
X	17	36.88	31.48	17.24	37.92
VI	22	35.97	31.11	17.65	36.11
VII	27	38.11	32.87	17.54	34.18
VIII	32	37.75	32.80	17.66	32.69
PROMEDIO: 35.23					
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318)					
24D	---	12.88	12.38	10.38	25.00
44D	---	12.59	12.16	10.40	24.43
PROMEDIO: 24.72					
CLASIFICACIÓN SUCS					
GRAVA	11 %				ML
ARENA	38 %				35 %
FINOS	51 %				25 %
AASHTO	A-6				11 %

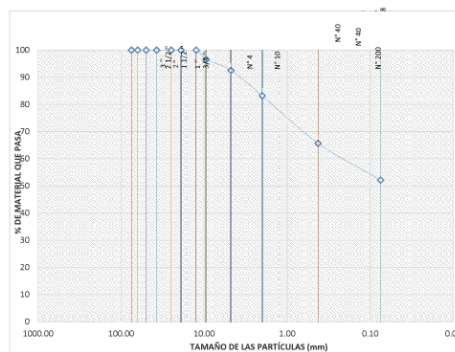



 Ing. Juan Pablo Paladines B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamin Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979966482 - Correo: jppaladines52@gmail.com	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06			
PROYECTO:	ESTUDIOS A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE		
UBICACIÓN:	Zamora	SONDEO:	SPT 1
SOLICITANTE:	Ing. Francisco Baculima	FECHA:	Junio 2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X: 727863	Y: 9549391	Z: 926
			PERFORACIÓN 1

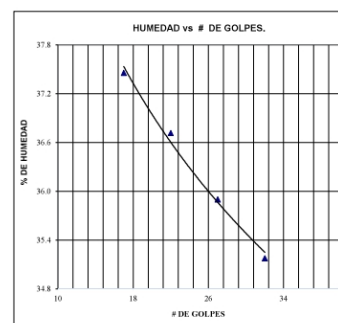
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	7.10	7.10	3.4	96.6
Nº4	8.30	15.40	7.5	92.5
FONDO	455.70	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	32.18	47.56	9.34	83.2
Nº40	89.22	136.78	26.86	65.7
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	68.92	205.70	40.40	52.13
FONDO	265.40	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA		206.10	ANTES DE LAVAR	471.10



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
54	----	142.55	119.40	51.04	33.86
100	----	125.78	113.31	48.48	19.23
PROMEDIO					
					26.55
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)					
36D	17	37.56	32.08	17.45	37.46
13	22	36.54	31.33	17.14	36.72
111	27	38.05	32.55	17.23	35.90
40D	32	37.41	32.26	17.62	35.18
PROMEDIO					
					36.31
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
4D	----	12.14	11.79	10.35	24.31
41D	----	12.33	11.90	10.17	24.86
PROMEDIO					
					24.58
CLASIFICACIÓN					
GRAVA	7 %	SUCS		ML	
ARENA	40 %	LIMITE LIQUIDO:		36 %	
FINOS	52 %	LIMITE PLASTICO:		25 %	
AASHTO	A-6	INDICE PLASTICO:		12 %	

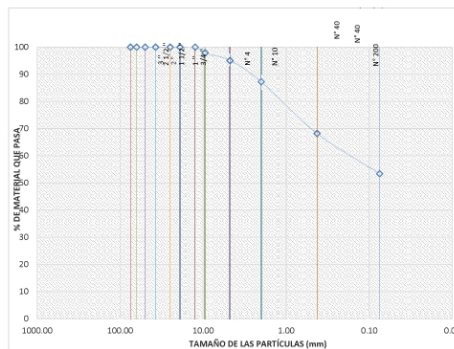



 Ing. Juan Pablo Paladines B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamin Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.: 0979966482 - Correo: jppaladines52@gmail.com	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06			
PROYECTO:	ESTUDIOS A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE		
UBICACIÓN:	Zamora	SONDEO:	SPT 1
SOLICITANTE:	Ing. Francisco Baculima	FECHA:	Junio 2025
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto	REVISADO POR:	Ing. Juan Pablo Paladines
COORDENADAS:	X: 727863	Y: 9549391	Z: 926
			PERFORACIÓN 1

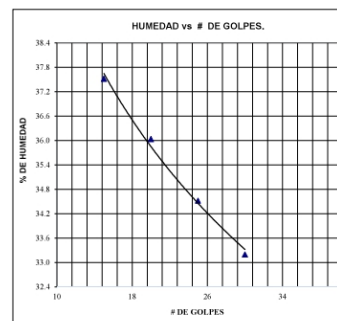
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	5.10	5.10	2.2	97.8
Nº4	6.62	11.72	4.9	95.1
FONDO	526.78	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	32.63	44.35	7.83	87.2
Nº40	107.82	152.17	26.86	68.2
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	83.97	236.14	41.68	53.37
FONDO	302.36	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	237.10	ANTES DE LAVAR	538.50	



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
43D	----	88.67	75.86	33.73	30.41
55	----	82.26	70.79	34.05	31.22
30.81					
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)					
79	15	34.91	30.22	17.72	37.52
89F	20	37.10	31.90	17.47	36.04
64D	25	37.62	32.49	17.63	34.52
12D	30	37.29	32.43	17.79	33.20
35.32					
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
7D	----	12.21	11.79	10.07	24.42
51	----	11.93	11.56	10.21	27.41
25.91					
CLASIFICACIÓN					
GRAVA	5 %	SUCS	ML		
ARENA	42 %	LIMITE LIQUIDO:	35 %		
FINOS	53 %	LIMITE PLASTICO:	26 %		
AASHTO	A-4	INDICE PLASTICO:	9 %		




 Ing. Juan Pablo Paladines B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



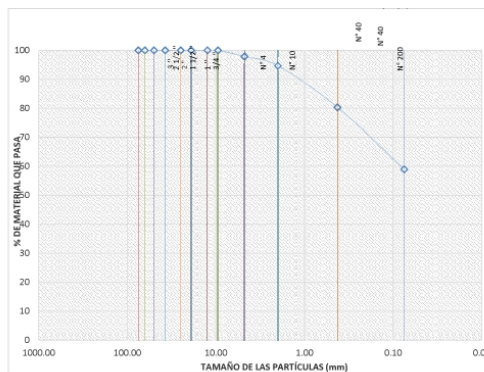
CARAN INGENIERÍA
"CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL"
 Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamín Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe
 Tel.- 0979956482 - Correo: jpaladines92@gmail.com

CLASIFICACIÓN DE SUELOS
 Norma ASTM 2487 - 06

PROYECTO:	ESTUDIOS A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE									
UBICACIÓN:	Zamora				SONDEO:	SPT 1		PROFUNDIDAD:	4.00 m - 5.00 m	
SOLICITANTE:	Ing. Francisco Baculima				FECHA:		Junio 2025			
REALIZADO POR:	Ing. Franklin Prieto				REVISADO POR:		Ing. Juan Pablo Paladines			
COORDENADAS:	X:	727863	Y:	9549391	Z:	926	PERFORACIÓN			1

GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO O PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	-	-	-	100.0
3/8"	-	-	-	100.0
Nº4	4.10	4.10	2.1	97.9
FONDO	473.75	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	11.55	15.65	3.20	94.7
Nº40	69.97	85.62	17.53	80.3
Nº50	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	104.48	190.10	38.93	58.93
FONDO	287.75	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	191.20		ANTES DE LAVAR	477.85



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD	% PROMEDIO
39D	---	136.80	115.77	53.27	33.65	34.22
94	---	152.40	126.42	51.74	34.79	
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
40D	18	39.65	33.85	17.58	35.65	33.60
87D	23	37.51	32.45	17.62	34.12	
H	26	38.64	33.47	17.77	32.93	
11D	30	38.10	33.22	17.82	31.69	
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
I	---	11.84	11.46	10.04	26.76	26.11
H	---	12.19	11.77	10.12	25.45	
CLASIFICACIÓN						
GRAVA	2 %	SUCS			ML	
ARENA	39 %	LIMITE LIQUIDO:			34 %	
FINOS	59 %	LIMITE PLASTICO:			26 %	
AASHTO	A-4	INDICE PLASTICO:			7 %	



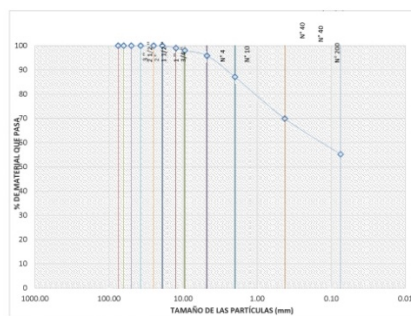
Juan Pablo Paladines B.
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 REG. DE INGENIEROS DEL ECUADOR
 C.O. 187991943

ING. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

		CARAN INGENIERÍA "CONSULTORÍA EN GEOTECNIA E INGENIERÍA CIVIL" Av. Del Ejército e Hilario Orellana Esquina, Sector Benjamín Carrión, Zamora, Zamora Chinchipe Tel. - 0979556482 - Correo: jppaladines2@gmail.com	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS Norma ASTM 2487 - 06			
PROYECTO: ESTUDIOS A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA, CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE			
UBICACIÓN: Zamora	SONDEO: SPT 1	PROFUNDIDAD: 5.00 m - 6.00 m	
SOLICITANTE: Ing. Francisco Baculima	FECHA: Junio 2025		
REALIZADO POR: Ing. Franklin Prieto	REVISADO POR: Ing. Juan Pablo Paladines		
COORDENADAS: X: 727863 Y: 9549391 Z: 926	PERFORACIÓN		1

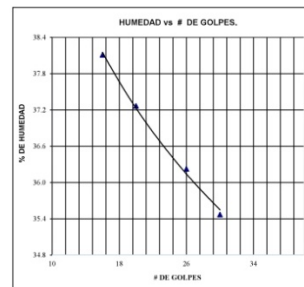
GRANULOMETRÍA (ASTM D 422)

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	-	-	-	100.0
2 1/2"	-	-	-	100.0
2"	-	-	-	100.0
1 1/2"	-	-	-	100.0
1"	-	-	-	100.0
3/4"	-	-	-	100.0
1/2"	2.30	2.30	1.0	99.0
3/8"	2.30	4.60	2.0	98.0
Nº4	4.90	9.50	4.2	95.8
FONDO	524.10	-	-	-
Nº8	-	-	-	-
Nº10	39.19	48.69	8.74	91.26
Nº40	95.91	144.50	25.95	74.05
Nº60	-	-	-	-
Nº100	-	-	-	-
Nº200	81.95	226.45	40.67	59.33
FONDO	307.15	-	-	-
TOTAL DE MUESTRA	-	227.40	ANTES DE LAVAR	533.80



LIMITES DE ATTERBERG

HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)					
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% HUMEDAD
39D	---	137.01	115.77	53.27	33.98
94	---	152.39	126.42	51.74	34.78
PROMEDIO					
					34.38
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)					
40D	16	39.65	33.55	17.58	38.11
87D	20	37.51	32.11	17.52	37.27
H	26	36.54	33.09	17.77	36.23
11D	30	38.10	32.79	17.82	35.47
PROMEDIO					
					36.77
LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
I	---	11.84	11.49	10.04	24.14
H	---	12.19	11.75	10.12	26.99
PROMEDIO					
					25.57
CLASIFICACIÓN					
GRAVA	4 %	SUCS		ML	
ARENA	41 %	LIMITE LIQUIDO:		37 %	
FINOS	55 %	LIMITE PLASTICO:		26 %	
AASTHO	A-6	INDICE PLASTICO:		11 %	




 Ing. JUAN PABLO PALADINES B.
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Anexo 3. Resultados de ensayos de Compresión Simple

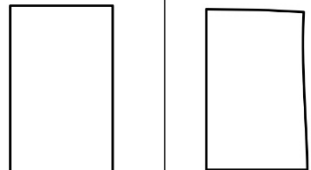
Muestra 1

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516										
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166										
PROYECTO		Tesis de Maestría			FECHA DE ENSAYO :		21/12/2025			
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS		X:	726582	Y: 9550216 Z: 951	
		Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:		1			
ENSAYADO POR		Ing. Alex Figueroa			MUESTRA:		M1			
SOLICITA		Ing. Jean Pardo			PROFUNDIDAD:		2.0 - 2.5 m			
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)		DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
lbf	kgf					kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐
DIMENSIÓN PROMEDIO										
0,0	0,00	0,000	0,00	39,93	0,00	0,0		Diametro, D		71,3 mm
18,1	8,21	0,044	0,79	40,24	0,20	20,0		Longitud inicial del espécimen, (Lo)		143,5 mm
27,4	12,43	0,090	1,58	40,57	0,31	30,0		Relación Lo/D		2,012622721
34,9	15,83	0,134	2,37	40,90	0,39	38,0		Area (Ao)		39,93 cm ²
41,5	18,82	0,178	3,16	41,23	0,46	44,8		Volumen		572,96 cm ³
47,5	21,55	0,223	3,95	41,57	0,52	50,8		CONTENIDO DE HUMEDAD		
53,0	24,04	0,268	4,74	41,91	0,57	56,3		Obtenida después del ensayo		
58,1	26,35	0,312	5,53	42,26	0,62	61,2		Espécimen húmedo + Tara		555,12 g
62,9	28,53	0,357	6,32	42,62	0,67	65,7		Espécimen seco + Tara		481,71 g
67,5	30,62	0,401	7,11	42,98	0,71	69,9		Masa de Tara		105,72 g
71,9	32,61	0,446	7,90	43,35	0,75	73,8		Masa Espécimen húmedo		449,4 g
76,2	34,56	0,491	8,68	43,72	0,79	77,5		Masa Espécimen seco		375,99 g
80,3	36,42	0,535	9,47	44,11	0,83	81,0		Contenido de Humedad		19,5 %
84,2	38,19	0,580	10,26	44,49	0,86	84,2		DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
88,0	39,92	0,625	11,05	44,89	0,89	87,2		Densidad Húmeda		0,78 g/cm ³
91,8	41,64	0,669	11,84	45,29	0,92	90,2		Densidad Seca		0,66 g/cm ³
90,6	41,10	0,713	12,63	45,70	0,90	88,2		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u		
89,5	40,60	0,759	13,42	46,12	0,88	86,3		0,919 kg/cm ²		90,2 kPa
88,3	40,05	0,803	14,21	46,54	0,86	84,4				
87,2	39,55	0,847	15,00	46,97	0,84	82,6		Deformación en el instante de la falla, %:		11,84
								CONSISTENCIA SEGÚN q_u		MEDIANA
ESQUEMA DE FALLA										
								Velocidad de Deformación: 0,5% x Min		Deformación Max. permitida (15%): 0,85 Plg
								SUCS : Limo inorgánico de baja plasticidad		
OBSERVACIONES:										
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.										
Generado electrónicamente por: ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS Validez únicamente con FIRMATEC										
Ing. Alex Figueroa										

Muestra 2

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166								
PROYECTO	Tesis de Maestría					FECHA DE ENSAYO :	21/12/2025	
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS	X: 726814 Y: 9550222 Z: 922	SONDEO No:	2	
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora					
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				MUESTRA:	M2		
SOLICITA	Ing. Jean Pardo				PROFUNDIDAD:	1.0 - 2.0 m		
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:	
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐
0,0	0,00	0,000	0,00	34,11	0,00	0,0	Dímetro, D 65,9 mm	
21,0	9,53	0,048	0,79	34,38	0,28	27,2	Longitud inicial del espécimen, (Lo) 156,1 mm	
31,8	14,42	0,097	1,58	34,66	0,42	40,8	Relación Lo/D 2,368740516	
40,6	18,42	0,146	2,37	34,94	0,53	51,7	Area (Ao) 34,11 cm ²	
48,2	21,86	0,194	3,16	35,22	0,62	60,9	Volumen 532,43 cm ³	
55,1	24,99	0,242	3,95	35,51	0,70	69,0	CONTENIDO DE HUMEDAD	
61,5	27,90	0,291	4,74	35,80	0,78	76,4	Obtenida después del ensayo	
67,4	30,57	0,340	5,53	36,10	0,85	83,0	Espécimen húmedo + Tara 582,11 g	
73,1	33,16	0,388	6,32	36,41	0,91	89,3	Espécimen seco + Tara 471,04 g	
78,4	35,56	0,436	7,11	36,72	0,97	95,0	Masa de Tara 102,82 g	
83,5	37,88	0,485	7,90	37,03	1,02	100,3	Masa Espécimen húmedo 479,29 g	
88,4	40,10	0,534	8,68	37,35	1,07	105,3	Masa Espécimen seco 368,22 g	
93,2	42,28	0,582	9,47	37,68	1,12	110,0	Contenido de Humedad 30,2 %	
97,8	44,36	0,631	10,26	38,01	1,17	114,5	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN	
102,2	46,36	0,679	11,05	38,35	1,21	118,6	Densidad Húmeda 0,90 g/cm ³	
106,5	48,31	0,728	11,84	38,69	1,25	122,4	Densidad Seca 0,69 g/cm ³	
105,2	47,72	0,776	12,63	39,04	1,22	119,9	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u	
103,9	47,13	0,825	13,42	39,40	1,20	117,3	1,249 kg/cm ² 122,45 kPa	
102,5	46,49	0,873	14,21	39,76	1,17	114,7	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84	
101,2	45,90	0,922	15,00	40,13	1,14	112,2	CONSISTENCIA SEGÚN q_u FIRME	
ESQUEMA DE FALLA								
Velocidad de Deformación: 0,5% x Min						Deformación Max. permitida (15%): 0,92 Plg		
SUCS : Limo inorgánico de baja plasticidad								
OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
Ing. Alex Figueroa								

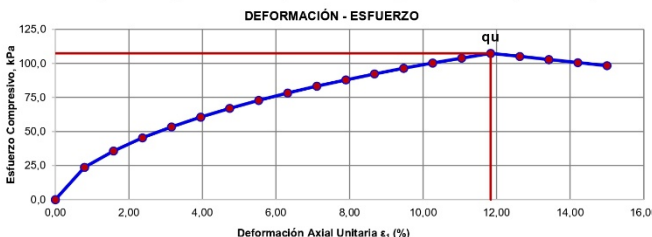
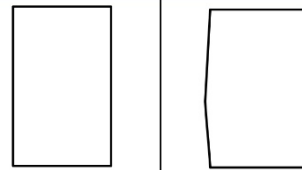
Muestra 3

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516									
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166									
PROYECTO	Tesis de Maestría					FECHA DE ENSAYO :	21/12/2025		
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS		X: 731401 Y: 9553077 Z: 912	3		
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:					
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					MUESTRA:	M3		
SOLICITA	Ing. Jean Pardo					PROFUNDIDAD:	2.0 - 2.5 m		
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐
0,0	0,00	0,000	0,00	43,71	0,00	0,0	Dímetro, D 74,6 mm		
12,8	5,81	0,047	0,79	44,06	0,13	12,9	Longitud inicial del espécimen, (Lo) 152,4 mm		
19,4	8,80	0,095	1,58	44,41	0,20	19,4	Relación Lo/D 2,042895442		
24,8	11,25	0,142	2,37	44,77	0,25	24,6	Área (Ao) 43,71 cm ²		
29,5	13,38	0,189	3,16	45,13	0,30	29,1	Volumen 666,12 cm ³		
33,7	15,29	0,236	3,95	45,50	0,34	32,9	CONTENIDO DE HUMEDAD		
37,6	17,06	0,285	4,74	45,88	0,37	36,5	Obtenida después del ensayo		
41,2	18,69	0,332	5,53	46,27	0,40	39,6	Espécimen húmedo + Tara 601,24 g		
44,7	20,28	0,379	6,32	46,66	0,43	42,6	Espécimen seco + Tara 489,17 g		
47,9	21,73	0,426	7,11	47,05	0,46	45,3	Masa de Tara 104,24 g		
51,1	23,18	0,474	7,90	47,46	0,49	47,9	Masa Espécimen húmedo 497 g		
54,1	24,54	0,521	8,68	47,87	0,51	50,3	Masa Espécimen seco 384,93 g		
57,0	25,86	0,568	9,47	48,28	0,54	52,5	Contenido de Humedad 29,1 %		
59,8	27,13	0,616	10,26	48,71	0,56	54,6	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
62,5	28,35	0,663	11,05	49,14	0,58	56,6	Densidad Húmeda 0,75 g/cm ³		
65,1	29,53	0,710	11,84	49,58	0,60	58,4	Densidad Seca 0,58 g/cm ³		
64,3	29,17	0,757	12,63	50,03	0,58	57,2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u		
63,5	28,80	0,806	13,42	50,48	0,57	56,0	0,596 kg/cm ² 58,4 kPa		
62,7	28,44	0,853	14,21	50,95	0,56	54,7	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84		
61,9	28,08	0,900	15,00	51,42	0,55	53,5	CONSISTENCIA SEGÚN q_u MEDIANA		
							ESQUEMA DE FALLA		
									
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad									
OBSERVACIONES:									
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.									
 Firmado digitalmente por: ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS Validar origen con Firmat									
Ing. Alex Figueroa									

Muestra 4

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516									
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166									
PROYECTO		Tesis de Maestría				FECHA DE ENSAYO :		21/12/2025	
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS		X: 728238 Y: 9551439 Z: 950	4	
		Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:				
ENSAYADO POR		Ing. Alex Figueroa				MUESTRA:		M4	
SOLICITA		Ing. Jean Pardo				PROFUNDIDAD:		2.0 - 2.5 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐
0,0	0,00	0,000	0,00	31,57	0,00	0,0	Dímetro, D		
8,9	4,04	0,041	0,79	31,82	0,13	12,4	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		
13,5	6,12	0,084	1,58	32,08	0,19	18,7	Relación Lo/D		
17,3	7,85	0,125	2,37	32,34	0,24	23,8	Área (Ao)		
20,5	9,30	0,166	3,16	32,60	0,29	28,0	Volumen		
23,4	10,61	0,207	3,95	32,87	0,32	31,7	CONTENIDO DE HUMEDAD		
26,2	11,88	0,250	4,74	33,14	0,36	35,2	Obtenida después del ensayo		
28,7	13,02	0,291	5,53	33,42	0,39	38,2	Espécimen húmedo + Tara		
31,1	14,11	0,332	6,32	33,70	0,42	41,1	Espécimen seco + Tara		
33,4	15,15	0,374	7,11	33,98	0,45	43,7	Masa de Tara		
35,5	16,10	0,416	7,90	34,28	0,47	46,1	Masa Especimen húmedo		
37,6	17,06	0,457	8,68	34,57	0,49	48,4	Masa Especimen seco		
39,6	17,96	0,498	9,47	34,87	0,52	50,5	Contenido de Humedad		
41,6	18,87	0,541	10,26	35,18	0,54	52,6	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
43,5	19,73	0,582	11,05	35,49	0,56	54,5	Densidad Húmeda		
45,3	20,55	0,623	11,84	35,81	0,57	56,3	Densidad Seca		
44,7	20,28	0,665	12,63	36,13	0,56	55,0	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u		
44,2	20,05	0,707	13,42	36,46	0,55	53,9	0,574 kg/cm ²		
43,6	19,78	0,748	14,21	36,80	0,54	52,7	56,3 kPa		
43,0	19,50	0,789	15,00	37,14	0,53	51,5	Deformación en el instante de la falla, %:		
							11,84		
CONSISTENCIA SEGÚN q_u							MEDIANA		
ESQUEMA DE FALLA									
								Velocidad de Deformación: 0,5% x Min Deformación Max. permitida (15%): 0,79 Plg	
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad									
OBSERVACIONES:									
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.									
Ing. Alex Figueroa									

Muestra 5

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA"									
Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516									
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166									
PROYECTO		Tesis de Maestría				FECHA DE ENSAYO :		21/12/2025	
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS		X:	Y:	Z:
		Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:		5		
ENSAYADO POR		Ing. Alex Figueroa				MUESTRA:		M5	
SOLICITA		Ing. Jean Pardo				PROFUNDIDAD:		2.0 - 2.5 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	AREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐
		DIMENSIÓN PROMEDIO							
0,0	0,00	0,000	0,00	33,08	0,00	0,0	Diámetro, D		64,9 mm
17,8	8,07	0,045	0,79	33,34	0,24	23,7	Longitud inicial del espécimen, (Lo)		144,6 mm
27,0	12,25	0,090	1,58	33,61	0,36	35,7	Relación Lo/D		2,228043143
34,5	15,65	0,135	2,37	33,88	0,46	45,3	Area (Ao)		33,08 cm ²
41,0	18,60	0,180	3,16	34,16	0,54	53,4	Volumen		478,35 cm ³
46,9	21,27	0,224	3,95	34,44	0,62	60,6	CONTENIDO DE HUMEDAD		
52,3	23,72	0,270	4,74	34,73	0,68	67,0	Obtenida después del ensayo		
57,3	25,99	0,315	5,53	35,02	0,74	72,8	Espécimen húmedo + Tara		572,06 g
62,1	28,17	0,359	6,32	35,31	0,80	78,2	Espécimen seco + Tara		491,12 g
66,7	30,26	0,404	7,11	35,61	0,85	83,3	Masa de Tara		103,56 g
71,0	32,21	0,450	7,90	35,92	0,90	87,9	Masa Espécimen húmedo		468,5 g
75,2	34,11	0,494	8,68	36,23	0,94	92,3	Masa Espécimen seco		387,56 g
79,2	35,93	0,539	9,47	36,54	0,98	96,4	Contenido de Humedad		20,9 %
83,1	37,69	0,585	10,26	36,86	1,02	100,3	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
86,9	39,42	0,629	11,05	37,19	1,06	103,9	Densidad Húmeda		0,98 g/cm ³
90,6	41,10	0,674	11,84	37,52	1,10	107,4	Densidad Seca		0,81 g/cm ³
89,5	40,60	0,719	12,63	37,86	1,07	105,1	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u		
88,3	40,05	0,764	13,42	38,21	1,05	102,8	1,095 kg/cm ²		107,4 kPa
87,2	39,55	0,809	14,21	38,56	1,03	100,6			
86,1	39,05	0,854	15,00	38,92	1,00	98,4	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84		
							CONSISTENCIA SEGÚN q_u		FIRME
							ESQUEMA DE FALLA		
									
Velocidad de Deformación: 0,5% x Min							Deformación Max. permitida (15%): 0,85 Plg		
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad									
OBSERVACIONES:									
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.									
									
Ing. Alex Figueroa									

Muestra 6

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166								
PROYECTO	Tesis de Maestría					FECHA DE ENSAYO :	21/12/2025	
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS	X:	728517	Y:	9551389 Z: 924
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:	6			
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				MUESTRA:	M6		
SOLICITA	Ing. Jean Pardo				PROFUNDIDAD:	2.0 - 2.5 m		
CARGA APLICADA	DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐
lbf	kgf					DIMENSIÓN PROMEDIO		
0,0	0,00	0,000	0,00	38,59	0,00	0,0	Diametro, D	70,1 mm
9,5	4,31	0,046	0,79	38,90	0,11	10,9	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	147,9 mm
14,4	6,53	0,092	1,58	39,21	0,17	16,3	Relación Lo/D	2,109843081
18,4	8,35	0,138	2,37	39,53	0,21	20,7	Area (Ao)	38,59 cm ²
21,8	9,89	0,184	3,16	39,85	0,25	24,3	Volumen	570,81 cm ³
25,0	11,34	0,229	3,95	40,18	0,28	27,7	CONTENIDO DE HUMEDAD	
27,8	12,61	0,276	4,74	40,51	0,31	30,5	Obtenida después del ensayo	
30,5	13,83	0,322	5,53	40,85	0,34	33,2	Espécimen húmedo + Tara	555,01 g
33,1	15,01	0,368	6,32	41,20	0,36	35,7	Espécimen seco + Tara	437,42 g
35,5	16,10	0,413	7,11	41,55	0,39	38,0	Masa de Tara	105,89 g
37,8	17,15	0,460	7,90	41,90	0,41	40,1	Masa Espécimen húmedo	449,12 g
40,1	18,19	0,506	8,68	42,26	0,43	42,2	Masa Espécimen seco	331,53 g
42,2	19,14	0,551	9,47	42,63	0,45	44,0	Contenido de Humedad	35,5 %
44,3	20,09	0,598	10,26	43,01	0,47	45,8	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN	
46,3	21,00	0,644	11,05	43,39	0,48	47,5	Densidad Húmeda	0,79 g/cm ³
48,3	21,91	0,689	11,84	43,78	0,50	49,1	Densidad Seca	0,58 g/cm ³
47,7	21,64	0,735	12,63	44,17	0,49	48,0	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u	
47,1	21,36	0,782	13,42	44,58	0,48	47,0	0,500 kg/cm ²	49,1 kPa
46,4	21,05	0,828	14,21	44,99	0,47	45,9	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84	
45,8	20,77	0,873	15,00	45,41	0,46	44,9	CONSISTENCIA SEGÚN q_u MEDIANA	
						ESQUEMA DE FALLA		
						Velocidad de Deformación: 0,5% x Min	Deformación Max. permitida (15%): 0,87 Plg	
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad								
OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
Ing. Alex Figueroa								

Muestra 7



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO:		TESIS DEL SR. JEAN PARDO			
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
LOCALIZ.:	ZAMORA	POZO No. :	7,00		
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m):	2,50
DATOS DE LA MUESTRA:		CONTENIDO DE HUMEDAD:			
DIAMETRO:	7,32 cm.	Peso Hum. :	475,96		
ALTURA :	15,42 cm.	Peso Seco :	373,70		
AREA :	42,08 cm ² .	Peso Cap. :	74,17		
VOLUMEN :	648,93 cm ³ .	w (%):	34,14		
PESO :	1.196,27 gr.				
DENSIDAD:	1,84 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
		K = 1,0000			
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corr. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	42,08	0,00
0,5	1,75	0,32	1,75	42,22	0,04
1,0	3,73	0,65	3,73	42,36	0,09
2,0	7,91	1,30	7,91	42,64	0,19
3,0	11,50	1,95	11,50	42,92	0,27
4,0	14,85	2,59	14,85	43,20	0,34
5,0	18,32	3,24	18,32	43,49	0,42
6,0	21,18	3,89	21,18	43,79	0,48
7,0	23,90	4,54	23,90	44,08	0,54
8,0	26,76	5,19	26,76	44,39	0,60
9,0	29,38	5,84	29,38	44,69	0,66
10,0	32,01	6,49	32,01	45,00	0,71
11,0	34,44	7,13	34,44	45,32	0,76
12,0	36,46	7,78	36,46	45,63	0,80
13,0	38,72	8,43	38,72	45,96	0,84
14,0	40,41	9,08	40,41	46,29	0,87
15,0	41,95	9,73	41,95	46,62	0,90
16,0	43,33	10,38	43,33	46,96	0,92
17,0	44,42	11,02	44,42	47,30	0,94
18,0	43,52	11,67	43,52	47,65	0,91
19,0	42,62	12,32	44,00	48,00	0,92
20,0	41,78	12,97	44,00	48,36	0,91
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES:		Suelo arcilloso de mediana plasticidad Falla por abombamiento			



ESTSUELCON

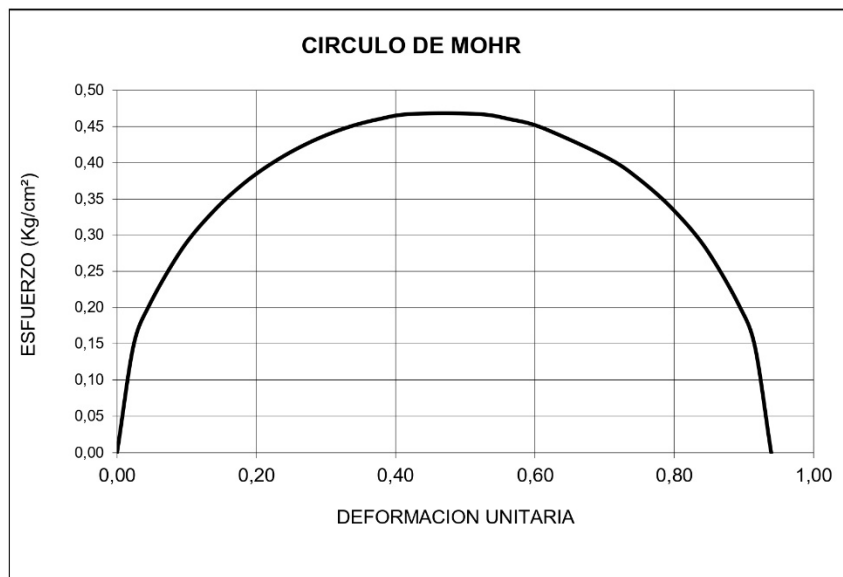
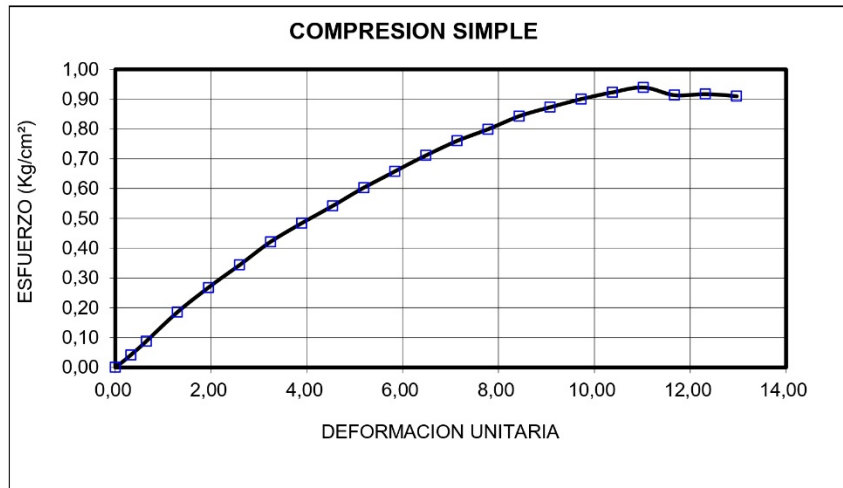
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	7,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 2,50



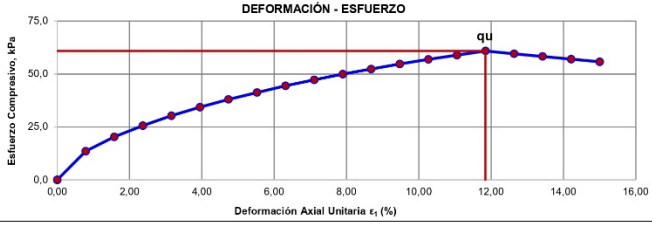
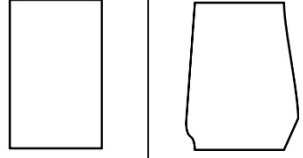
RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	0,94
--------------	---------------------------------	------



Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 8

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516												
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166												
PROYECTO		Tesis de Maestría				FECHA DE ENSAYO :		21/12/2025				
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS		X:	730464	Y:	9552201	Z:	924
		Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:		8					
ENSAYADO POR		Ing. Alex Figueroa				MUESTRA:		M8				
SOLICITA		Ing. Jean Pardo				PROFUNDIDAD:		1.0 -1.5 m				
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)		DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:				
lbf	kgf					kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐		
0,0	0,00	0,000	0,00	40,83	0,00	0,0		Dímetro, D				72,1
12,5	5,67	0,048	0,79	41,15	0,14	13,5		Longitud inicial del espécimen, (Lo)				156,5
18,9	8,57	0,098	1,58	41,48	0,21	20,3		Relación Lo/D				2,170596394
24,1	10,93	0,146	2,37	41,82	0,26	25,6		Área (Ao)				40,83
28,7	13,02	0,194	3,16	42,16	0,31	30,3		Volumen				638,96
32,8	14,88	0,243	3,95	42,51	0,35	34,3		CONTENIDO DE HUMEDAD				
36,6	16,60	0,292	4,74	42,86	0,39	38,0		Obtenida después del ensayo				
40,1	18,19	0,341	5,53	43,22	0,42	41,3		Espécimen húmedo + Tara				581,02
43,5	19,73	0,389	6,32	43,58	0,45	44,4		Espécimen seco + Tara				451,53
46,7	21,18	0,437	7,11	43,95	0,48	47,3		Masa de Tara				103,71
49,7	22,54	0,487	7,90	44,33	0,51	49,9		Masa Espécimen húmedo				477,31
52,6	23,86	0,535	8,68	44,71	0,53	52,3		Masa Espécimen seco				347,82
55,5	25,17	0,583	9,47	45,10	0,56	54,7		Contenido de Humedad				37,2
58,2	26,40	0,633	10,26	45,50	0,58	56,9		DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN				
60,8	27,58	0,681	11,05	45,90	0,60	58,9		Densidad Húmeda				0,75
63,4	28,76	0,730	11,84	46,31	0,62	60,9		Densidad Seca				0,54
62,6	28,40	0,778	12,63	46,73	0,61	59,6		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u				
61,8	28,03	0,827	13,42	47,16	0,59	58,3		0,621 kg/cm ²		60,9 kPa		
61,0	27,67	0,876	14,21	47,59	0,58	57,0		Deformación en el instante de la falla, %:				11,84
60,2	27,31	0,924	15,00	48,03	0,57	55,8		CONSISTENCIA SEGÚN q_u				MEDIANA
ESQUEMA DE FALLA												
								Velocidad de Deformación: 0,5% x Min Deformación Max. permitida (15%): 0,92 Pig				
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad												
OBSERVACIONES:												
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.												
 Ing. Alex Figueroa												

Muestra 9



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO: TESIS DEL SR. JEAN PARDO					
OBRA: PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
LOCALIZ.: ZAMORA		POZO No. :		9,00	
FECHA: ENERO-2026		OPERADOR: C.F.G.C.		PROFUND. (m): 1,50	
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIAMETRO: 7,26 cm.			Peso Hum. : 509,93		
ALTURA : 15,03 cm.			Peso Seco : 401,85		
AREA : 41,40 cm ² .			Peso Cap. : 70,87		
VOLUMEN : 622,19 cm ³ .			w (%) : 32,65		
PESO : 1.111,08 gr.					
DENSIDAD: 1,79 gr/cm ³			CONSTANTE DE CARGA		
			K = 1,0000		
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corr. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	41,40	0,00
0,5	3,40	0,33	3,40	41,53	0,08
1,0	5,67	0,67	5,67	41,67	0,14
2,0	9,14	1,33	9,14	41,95	0,22
3,0	12,12	2,00	12,12	42,24	0,29
4,0	14,96	2,66	14,96	42,53	0,35
5,0	17,59	3,33	17,59	42,82	0,41
6,0	19,98	3,99	19,98	43,12	0,46
7,0	22,16	4,66	22,16	43,42	0,51
8,0	24,01	5,32	24,01	43,72	0,55
9,0	25,52	5,99	25,52	44,03	0,58
10,0	26,92	6,65	26,92	44,35	0,61
11,0	28,03	7,32	28,03	44,67	0,63
12,0	28,63	7,98	28,63	44,99	0,64
13,0	29,02	8,65	29,02	45,32	0,64
14,0	28,64	9,31	28,64	45,65	0,63
15,0	27,37	9,98	27,37	45,99	0,60
FOTOGRAFÍA:					
					
OBSERVACIONES: Suelo arcilloso de alta plasticidad Falla por abombamiento					



ESTSUELCON

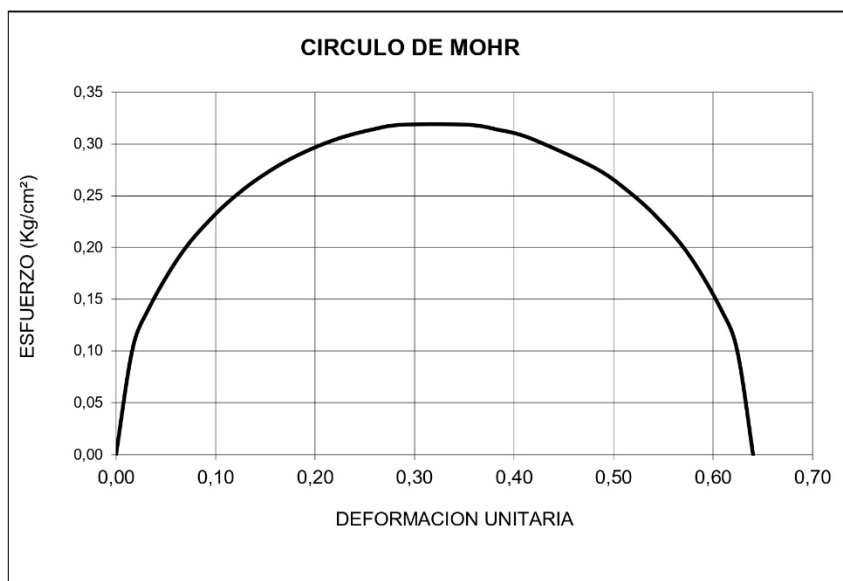
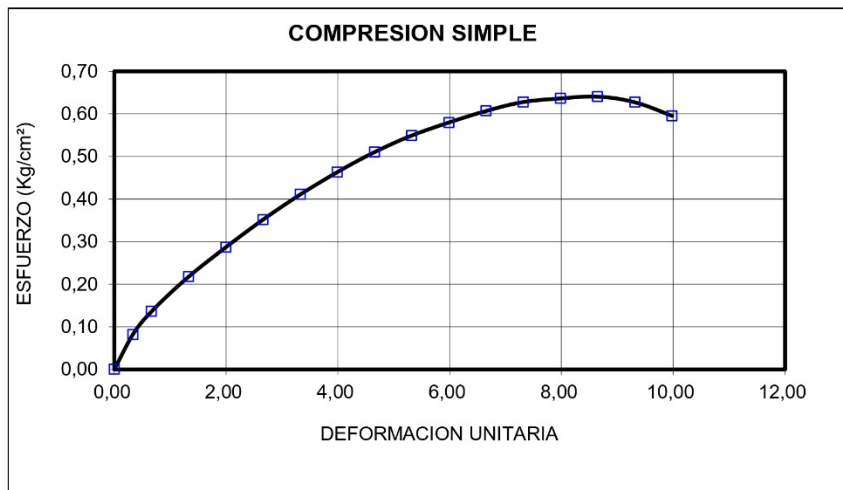
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	9,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,50



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	0,64
--------------	---------------------------------	------



Firmado electrónicamente por:
**VOLTAIRE OVIDIO
CASTILLO JARAMILLO**
Validar únicamente con TinsaCC

Ing. Ovidio. Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 10



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO:		TESIS DEL SR. JEAN PARDO			
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
LOCALIZ.:	ZAMORA	POZO No. :	10,00		
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m):	1,00
DATOS DE LA MUESTRA:		CONTENIDO DE HUMEDAD:			
DIAMETRO:	7,28 cm.	Peso Hum. :	525,35		
ALTURA :	15,22 cm.	Peso Seco :	405,01		
AREA :	41,62 cm ² .	Peso Cap. :	7,84		
VOLUMEN :	633,53 cm ³ .	w (%):	30,30		
PESO :	1.120,95 gr.				
DENSIDAD:	1,77 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
		K = 1,0000			
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corr. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	41,62	0,00
0,5	3,06	0,33	3,06	41,76	0,07
1,0	4,97	0,66	4,97	41,90	0,12
2,0	7,64	1,31	7,64	42,18	0,18
3,0	10,08	1,97	10,08	42,46	0,24
4,0	12,65	2,63	12,65	42,75	0,30
5,0	15,30	3,29	15,30	43,04	0,36
6,0	17,91	3,94	17,91	43,33	0,41
7,0	20,52	4,60	20,52	43,63	0,47
8,0	23,07	5,26	23,07	43,93	0,53
9,0	25,86	5,91	25,86	44,24	0,58
10,0	27,92	6,57	27,92	44,55	0,63
11,0	29,58	7,23	29,58	44,87	0,66
12,0	31,22	7,88	31,22	45,19	0,69
13,0	32,02	8,54	32,02	45,51	0,70
14,0	32,35	9,20	32,35	45,84	0,71
15,0	31,68	9,86	31,68	46,18	0,69
16,0	30,26	10,51	30,26	46,51	0,65
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES:					
Suelo arcilloso de alta plasticidad Falla por grietas verticales					



ESTSUELCON

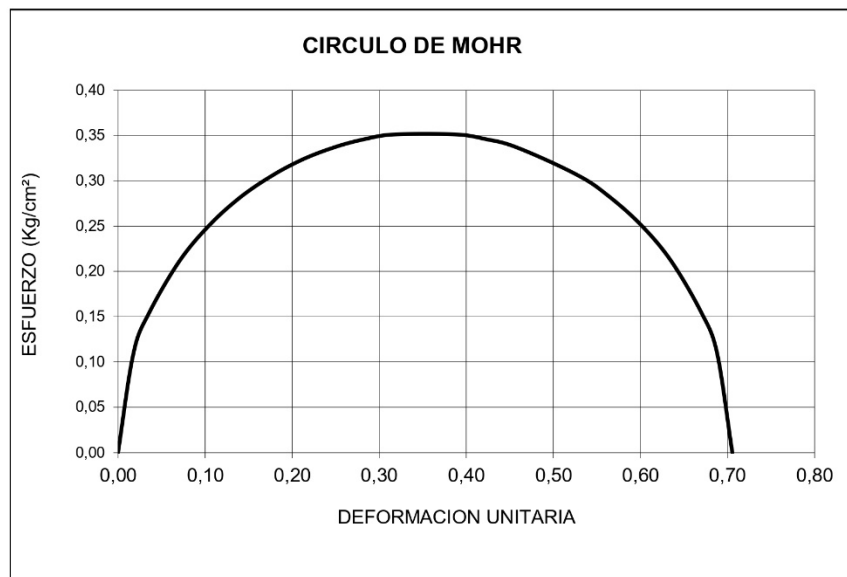
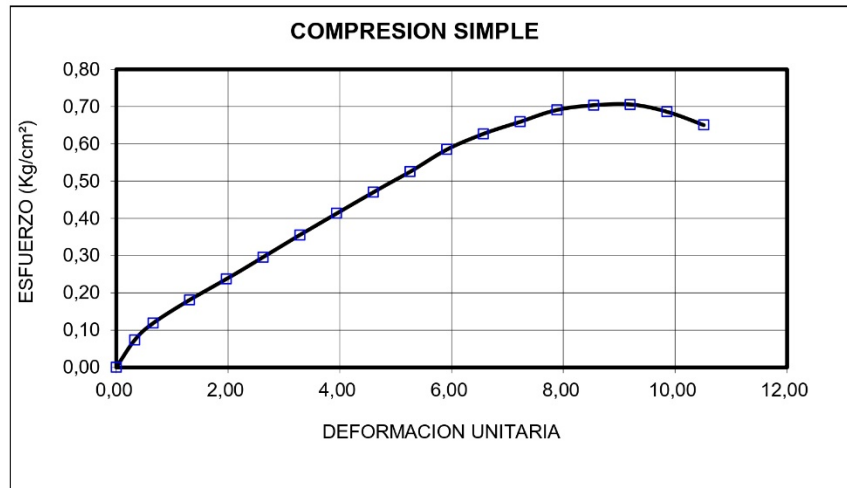
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	10,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,00



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	0,71
--------------	---------------------------------	------



Firmado digitalmente por:
**VOLTAIRE OVIDIO
CASTILLO JARAMILLO**
Validar únicamente con FirmaDC

Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 11



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO:		TESIS DEL SR. JEAN PARDO			
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
LOCALIZ.:	ZAMORA	POZO No. :	11,00		
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m):	1,50
DATOS DE LA MUESTRA:		CONTENIDO DE HUMEDAD:			
DIAMETRO:	7,26 cm.	Peso Hum. :	422,17		
ALTURA :	15,14 cm.	Peso Seco :	381,08		
AREA :	41,40 cm ² .	Peso Cap. :	65,59		
VOLUMEN :	626,74 cm ³ .	w (%) :	13,02		
PESO :	1.257,63 gr.				
DENSIDAD:	2,01 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
		K = 1,0000			
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corr. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	41,40	0,00
0,5	2,12	0,33	2,12	41,53	0,05
1,0	4,48	0,66	4,48	41,67	0,11
2,0	9,86	1,32	9,86	41,95	0,24
3,0	15,96	1,98	15,96	42,23	0,38
4,0	22,52	2,64	22,52	42,52	0,53
5,0	29,04	3,30	29,04	42,81	0,68
6,0	35,76	3,96	35,76	43,10	0,83
7,0	41,39	4,62	41,39	43,40	0,95
8,0	46,31	5,28	46,31	43,71	1,06
9,0	50,55	5,94	50,55	44,01	1,15
10,0	52,82	6,61	52,82	44,32	1,19
11,0	50,76	7,27	50,76	44,64	1,14
12,0	44,69	7,93	44,69	44,96	0,99
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES:		Suelo arcilloso de mediana plasticidad Falla oblicua			



ESTSUELCON

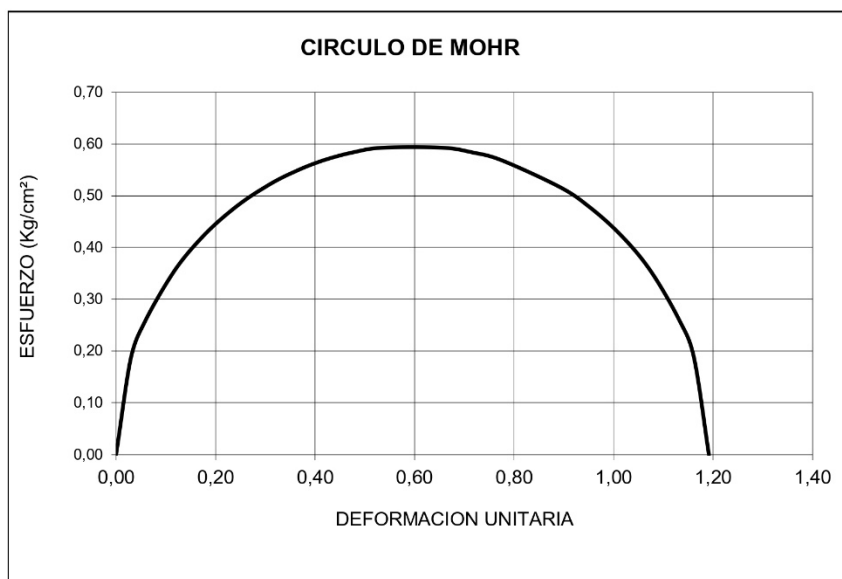
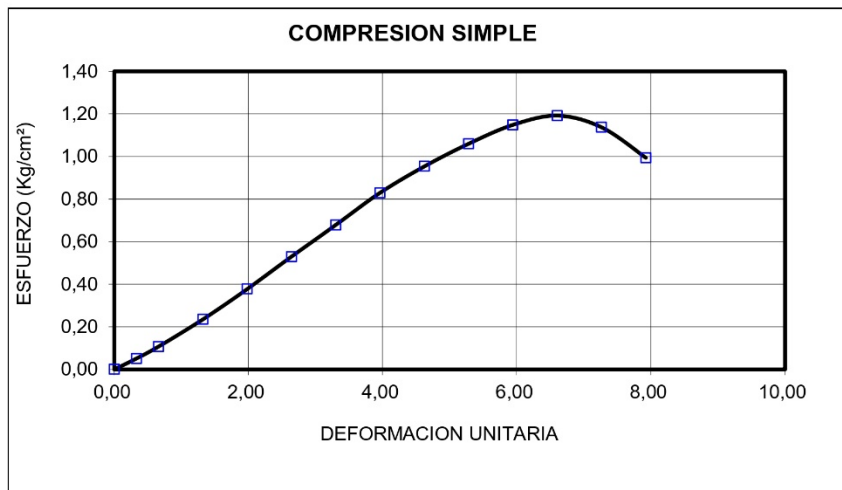
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	11,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,50



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	1,19
--------------	---------------------------------	------



Firmado digitalmente por:
**VOLTAIRE OVIDIO
CASTILLO JARAMILLO**
Validar únicamente con FirmaDC

Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 11-1



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO:		TESIS DEL SR. JEAN PARDO			
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
LOCALIZ.:	ZAMORA	POZO No. :	11,00		
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m):	1,50
DATOS DE LA MUESTRA:		CONTENIDO DE HUMEDAD:			
DIAMETRO:	7,34 cm.	Peso Hum. :	527,03		
ALTURA :	15,13 cm.	Peso Seco :	437,63		
AREA :	42,31 cm ² .	Peso Cap. :	78,37		
VOLUMEN :	640,21 cm ³ .	w (%):	24,88		
PESO :	1.236,88 gr.				
DENSIDAD:	1,93 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
		K = 1,0000			
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	42,31	0,00
0,5	2,82	0,33	2,82	42,45	0,07
1,0	5,24	0,66	5,24	42,60	0,12
2,0	9,72	1,32	9,72	42,88	0,23
3,0	14,56	1,98	14,56	43,17	0,34
4,0	20,05	2,64	20,05	43,46	0,46
5,0	25,72	3,30	25,72	43,76	0,59
6,0	31,33	3,97	31,33	44,06	0,71
7,0	35,98	4,63	35,98	44,37	0,81
8,0	39,16	5,29	39,16	44,68	0,88
9,0	43,75	5,95	43,75	44,99	0,97
10,0	45,46	6,61	45,46	45,31	1,00
11,0	46,12	7,27	46,12	45,63	1,01
12,0	43,73	7,93	43,73	45,96	0,95
13,0	37,27	8,59	37,27	46,29	0,81
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES:		Suelo arcilloso de mediana plasticidad Falla por abombamiento			



ESTSUELCON

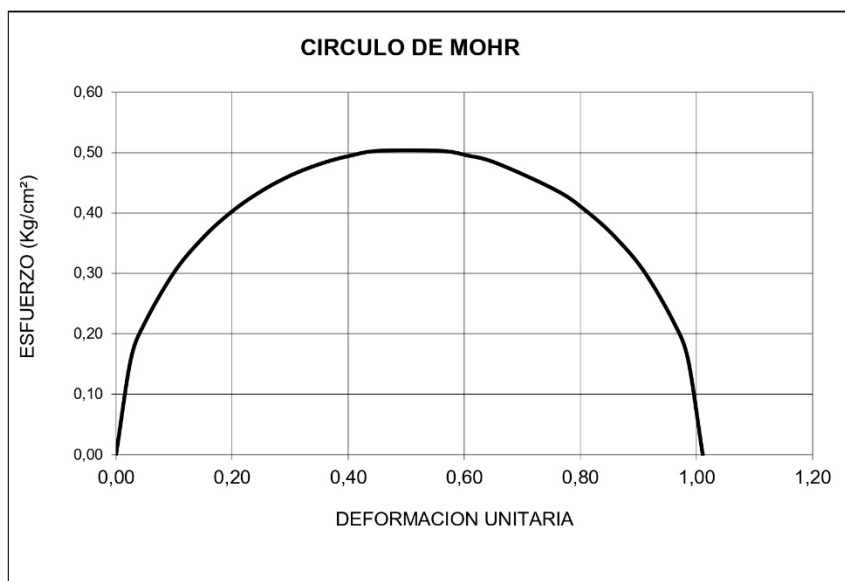
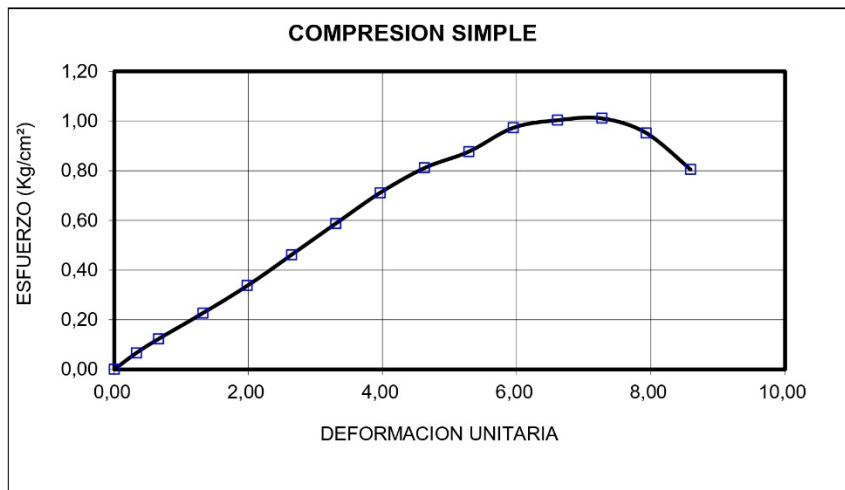
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	11,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,50



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	1,01
--------------	---------------------------------	------



Firmado digitalmente por:
VOLTAIRE OVIDIO
CASTILLO JARAMILLO
Validar únicamente con FirmaDC

Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 12



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO: TESIS DEL SR. JEAN PARDO					
OBRA: PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
LOCALIZ.: ZAMORA		POZO No. : 12,00			
FECHA: ENERO-2026		OPERADOR: C.F.G.C.		PROFUND. (m): 3,50	
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIAMETRO: 7,40 cm.			Peso Hum. : 673,59		
ALTURA : 15,17 cm.			Peso Seco : 530,51		
AREA : 43,01 cm ² .			Peso Cap. : 66,05		
VOLUMEN : 652,44 cm ³ .			w (%) : 30,81		
PESO : 1.196,05 gr.					
DENSIDAD: 1,83 gr/cm ³			CONSTANTE DE CARGA		
			K = 1,0000		
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corr. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	43,01	0,00
0,5	2,12	0,33	2,12	43,15	0,05
1,0	4,02	0,66	4,02	43,29	0,09
2,0	6,17	1,32	6,17	43,58	0,14
3,0	10,43	1,98	10,43	43,88	0,24
4,0	13,06	2,64	13,06	44,17	0,30
5,0	15,98	3,30	15,98	44,47	0,36
6,0	18,83	3,96	18,83	44,78	0,42
7,0	21,76	4,61	21,76	45,09	0,48
8,0	24,74	5,27	24,74	45,40	0,54
9,0	27,59	5,93	27,59	45,72	0,60
10,0	30,18	6,59	30,18	46,04	0,66
11,0	32,26	7,25	32,26	46,37	0,70
12,0	34,51	7,91	34,51	46,70	0,74
13,0	35,42	8,57	35,42	47,04	0,75
14,0	31,36	9,23	31,36	47,38	0,66
15,0	27,92	9,89	27,92	47,73	0,58
16,0	25,67	10,55	25,67	48,08	0,53
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES: Suelo arcilloso de mediana plasticidad Falla por grietas verticales					



ESTSUELCON

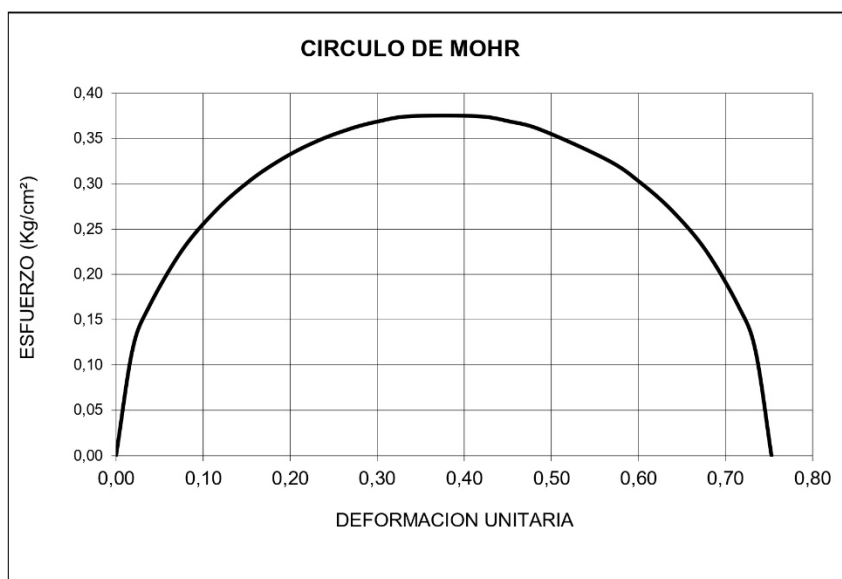
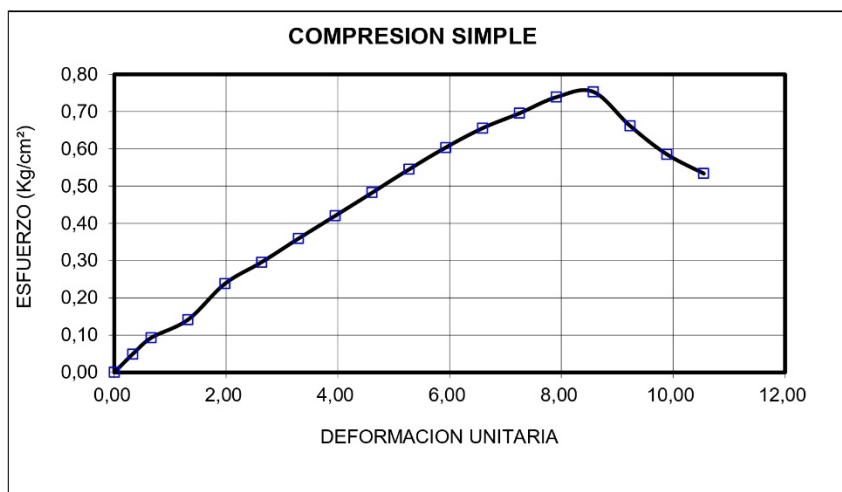
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	12,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 3,50



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	0,75
--------------	---------------------------------	------



Firmado electrónicamente por:
VOLTAIRE OVIDIO
CASTILLO JARAMILLO
Validar únicamente con FirmaSC

Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 13



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO:		TESIS DEL SR. JEAN PARDO			
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
LOCALIZ.:	ZAMORA	POZO No. :	13,00		
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m):	1,00
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIAMETRO:	7,27 cm.	Peso Hum. :	519,70		
ALTURA :	14,97 cm.	Peso Seco :	399,77		
AREA :	41,51 cm ² .	Peso Cap. :	77,39		
VOLUMEN :	621,41 cm ³ .	w (%) :	37,20		
PESO :	1.117,53 gr.				
DENSIDAD:	1,80 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
		K = 1,0000			
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	41,51	0,00
0,5	2,34	0,33	2,34	41,65	0,06
1,0	5,08	0,67	5,08	41,79	0,12
2,0	11,32	1,34	11,32	42,07	0,27
3,0	18,38	2,00	18,38	42,36	0,43
4,0	25,56	2,67	25,56	42,65	0,60
5,0	32,20	3,34	32,20	42,94	0,75
6,0	38,48	4,01	38,48	43,24	0,89
7,0	43,21	4,68	43,21	43,55	0,99
8,0	45,65	5,34	45,65	43,85	1,04
9,0	42,05	6,01	42,05	44,17	0,95
10,0	36,75	6,68	36,75	44,48	0,83
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES: Suelo limoso de mediana plasticidad Falla por grietas verticales					



ESTSUELCON

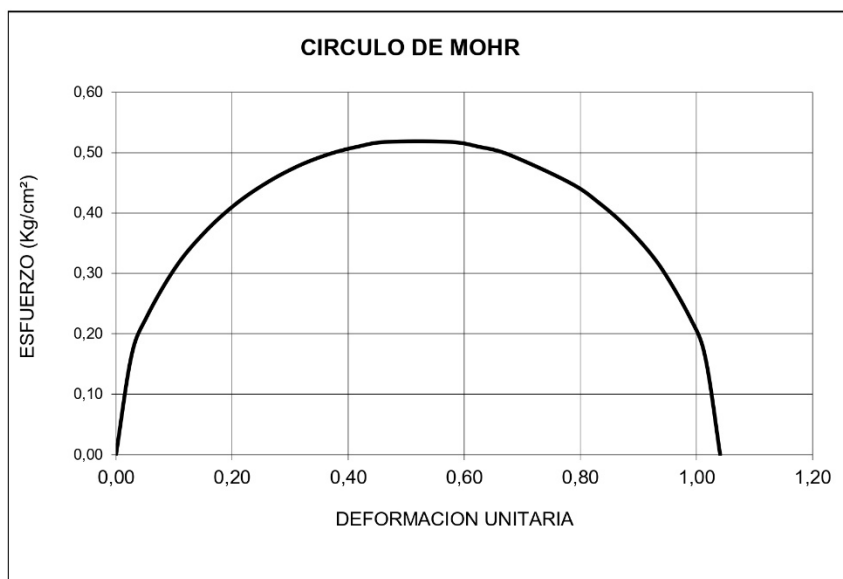
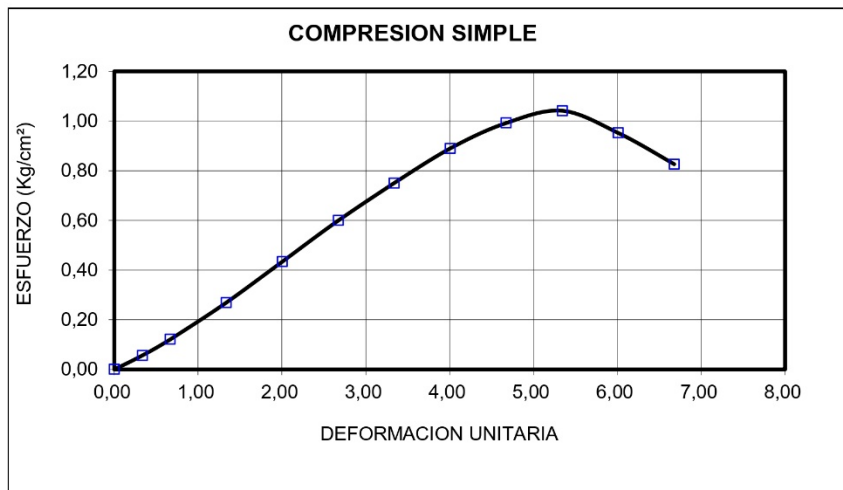
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	13,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,00



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	1,04
--------------	---------------------------------	------



Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 14



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO:		TESIS DEL SR. JEAN PARDO			
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
LOCALIZ.:	ZAMORA	POZO No. :	14,00		
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m):	1,00
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIAMETRO:	7,27 cm.	Peso Hum. :	745,05		
ALTURA :	15,07 cm.	Peso Seco :	558,74		
AREA :	41,51 cm ² .	Peso Cap. :	81,19		
VOLUMEN :	625,56 cm ³ .	w (%):	39,01		
PESO :	1.108,73 gr.				
DENSIDAD:	1,77 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
		K = 1,0000			
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	41,51	0,00
0,5	4,31	0,33	4,31	41,65	0,10
1,0	9,96	0,66	9,96	41,79	0,24
2,0	19,22	1,33	19,22	42,07	0,46
3,0	26,26	1,99	26,26	42,35	0,62
4,0	32,16	2,65	32,16	42,64	0,75
5,0	38,01	3,32	38,01	42,94	0,89
6,0	42,25	3,98	42,25	43,23	0,98
7,0	48,10	4,64	48,10	43,53	1,10
8,0	52,57	5,31	52,57	43,84	1,20
9,0	56,72	5,97	56,72	44,15	1,28
10,0	60,21	6,64	60,21	44,46	1,35
11,0	63,32	7,30	63,32	44,78	1,41
12,0	65,03	7,96	65,03	45,10	1,44
13,0	64,78	8,63	64,78	45,43	1,43
14,0	60,52	9,29	60,52	45,76	1,32
FOTOGRAFIA:					
OBSERVACIONES:					
Suelo limoso de mediana plasticidad Falla por grietas verticales					



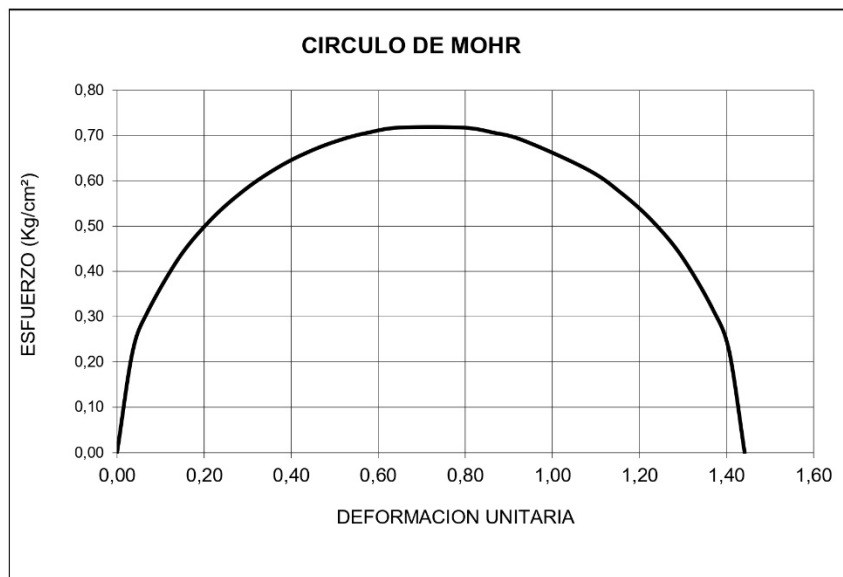
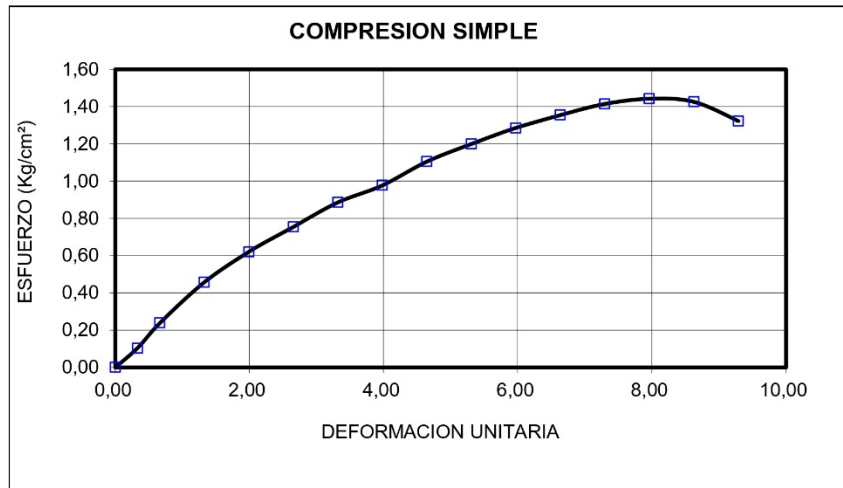
ESTSUELCON

ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	14,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,00



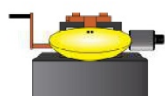
RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	1,44
--------------	---------------------------------	------



Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

Muestra 15



ESTSUELCON

ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 1

PROYECTO: TESIS DEL SR. JEAN PARDO					
OBRA: PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
LOCALIZ.: ZAMORA		POZO No. : 15,00			
FECHA: ENERO-2026		OPERADOR: C.F.G.C.		PROFUND. (m): 1,00	
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIAMETRO: 7,32 cm.			Peso Hum. : 432,10		
ALTURA : 15,06 cm.			Peso Seco : 384,76		
AREA : 42,08 cm ² .			Peso Cap. : 67,87		
VOLUMEN : 633,78 cm ³ .			w (%) : 14,94		
PESO : 1.214,89 gr.					
DENSIDAD: 1,92 gr/cm ³			CONSTANTE DE CARGA		
			K = 1,0000		
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tension Desviante (Kg/cm ²)
0,0	0	0,00	0,00	42,08	0,00
0,5	1,23	0,33	1,23	42,22	0,03
1,0	3,26	0,66	3,26	42,36	0,08
2,0	4,98	1,33	4,98	42,65	0,12
3,0	7,52	1,99	7,52	42,94	0,18
4,0	9,84	2,66	9,84	43,23	0,23
5,0	11,86	3,32	11,86	43,53	0,27
6,0	13,68	3,98	13,68	43,83	0,31
7,0	15,36	4,65	15,36	44,13	0,35
8,0	16,79	5,31	16,79	44,44	0,38
9,0	18,05	5,98	18,05	44,76	0,40
10,0	19,38	6,64	19,38	45,08	0,43
11,0	20,51	7,30	20,51	45,40	0,45
12,0	21,50	7,97	21,50	45,73	0,47
13,0	22,43	8,63	22,43	46,06	0,49
14,0	23,17	9,30	23,17	46,40	0,50
15,0	24,00	9,96	24,00	46,74	0,51
16,0	24,01	10,62	24,01	47,09	0,51
17,0	23,63	11,29	23,63	47,44	0,50
18,0	23,36	11,95	23,36	47,80	0,49
FOTOGRAFÍA:					
OBSERVACIONES:		Suelo limoso de mediana plasticidad Falla por abombamiento			



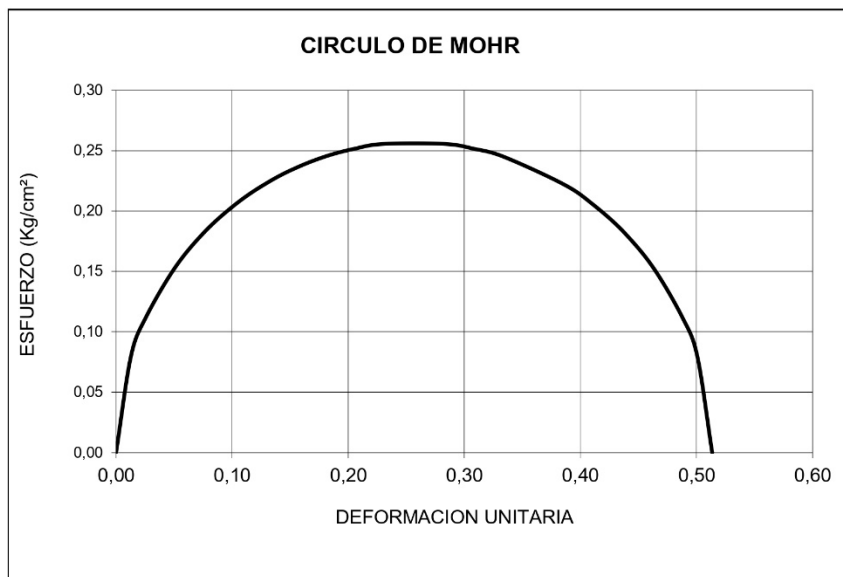
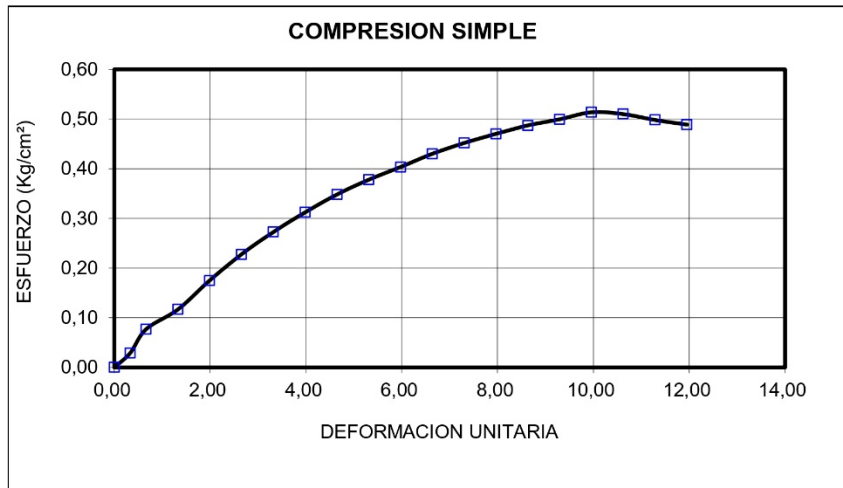
ESTSUELCON

ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	TESIS DEL SR. JEAN PARDO		
OBRA:	PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE		
LOCALIZ.:	ZAMORA	MUESTRA No. :	15,00
FECHA:	ENERO-2026	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m): 1,00



RESULTADOS :	COMPRESION SIMPLE: (Kg/cm²) =	0,51
--------------	---------------------------------	------



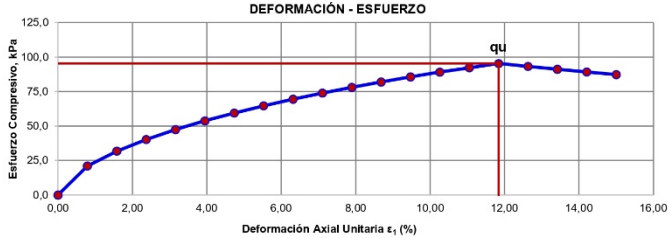
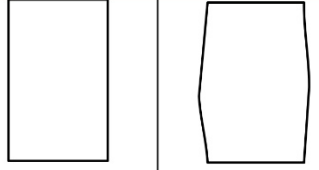
Ing. Ovidio Castillo
LABORATORIO

Teléfono: 2613699. Celular: 0980253180-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

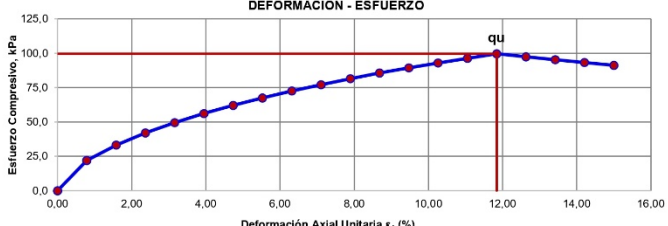
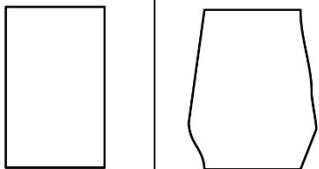
Muestra 16

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166								
PROYECTO	Tesis de Maestría					FECHA DE ENSAYO :	21/12/2025	
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS	X:	729396	Y:	9551708 Z: 972
	Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:	16			
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					MUESTRA:	M16	
SOLICITA	Ing. Jean Pardo					PROFUNDIDAD:	2.5 - 3,0 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Pig)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:	
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐
0,0	0,00	0,000	0,00	32,37	0,00	0,0	Dímetro, D 64,2 mm	
10,5	4,76	0,049	0,79	32,63	0,15	14,3	Longitud inicial del espécimen, (Lo) 158,9 mm	
15,9	7,21	0,099	1,58	32,89	0,22	21,5	Relación Lo/D 2,475077882	
20,2	9,16	0,148	2,37	33,16	0,28	27,1	Área (Ao) 32,37 cm ²	
24,1	10,93	0,197	3,16	33,43	0,33	32,1	Volumen 514,38 cm ³	
27,5	12,47	0,247	3,95	33,70	0,37	36,3	CONTENIDO DE HUMEDAD	
30,7	13,93	0,297	4,74	33,98	0,41	40,2	Obtenida después del ensayo	
33,7	15,29	0,346	5,53	34,27	0,45	43,7	Espécimen húmedo + Tara 512,26 g	
36,5	16,56	0,395	6,32	34,56	0,48	47,0	Espécimen seco + Tara 419,82 g	
39,1	17,74	0,444	7,11	34,85	0,51	49,9	Masa de Tara 105,25 g	
41,7	18,92	0,494	7,90	35,15	0,54	52,8	Masa Espécimen húmedo 407,01 g	
44,1	20,00	0,543	8,68	35,45	0,56	55,3	Masa Espécimen seco 314,57 g	
46,5	21,09	0,592	9,47	35,76	0,59	57,8	Contenido de Humedad 29,4 %	
48,8	22,14	0,642	10,26	36,07	0,61	60,2	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN	
51,0	23,13	0,692	11,05	36,39	0,64	62,3	Densidad Húmeda 0,79 g/cm ³	
53,2	24,13	0,741	11,84	36,72	0,66	64,4	Densidad Seca 0,61 g/cm ³	
52,5	23,81	0,790	12,63	37,05	0,64	63,0	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u	
51,8	23,50	0,840	13,42	37,39	0,63	61,6	0,657 kg/cm ² 64,4 kPa	
51,2	23,22	0,889	14,21	37,73	0,62	60,4	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84	
50,5	22,91	0,938	15,00	38,08	0,60	59,0	CONSISTENCIA SEGÚN q_u MEDIANA	
ESQUEMA DE FALLA								
								Velocidad de Deformación: 0,5% x Min Deformación Max. permitida (15%): 0,94 Pig
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad								
OBSERVACIONES:								
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS Verificar documento con Facedi								
Ing. Alex Figueroa								

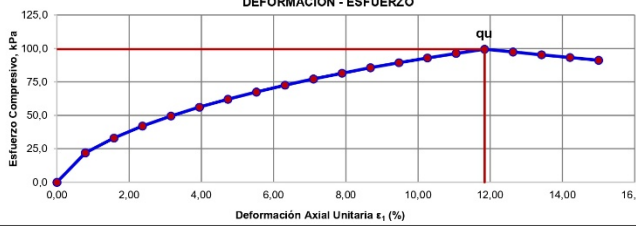
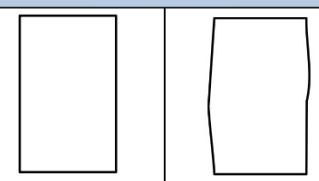
Muestra 17

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166								
PROYECTO		Tesis de Maestría			FECHA DE ENSAYO :		21/12/2025	
LOCALIZACIÓN		PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS		X:	729960 Y: 9552080 Z: 913
		Zamora Chinchipe	Zamora	Zamora	SONDEO No:		17	
ENSAYADO POR		Ing. Alex Figueroa			MUESTRA:		M17	
SOLICITA		Ing. Jean Pardo			PROFUNDIDAD:		2.5 - 3.0 m	
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:	
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐
0,0	0,00	0,000	0,00	39,93	0,00	0,0	Dímetro, D 71,3 mm	
19,1	8,66	0,048	0,79	40,24	0,22	21,1	Longitud inicial del espécimen, (Lo) 155,6 mm	
29,0	13,15	0,097	1,58	40,57	0,32	31,8	Relación Lo/D 2,182328191	
37,0	16,78	0,145	2,37	40,90	0,41	40,2	Área (Ao) 39,93 cm ²	
43,9	19,91	0,193	3,16	41,23	0,48	47,4	Volumen 621,27 cm ³	
50,2	22,77	0,241	3,95	41,57	0,55	53,7	CONTENIDO DE HUMEDAD	
56,0	25,40	0,291	4,74	41,91	0,61	59,4	Obtenida después del ensayo	
61,4	27,85	0,339	5,53	42,26	0,66	64,6	Espécimen húmedo + Tara 533,07 g	
66,6	30,21	0,387	6,32	42,62	0,71	69,5	Espécimen seco + Tara 401,51 g	
71,4	32,39	0,435	7,11	42,98	0,75	73,9	Masa de Tara 103,18 g	
76,1	34,52	0,484	7,90	43,35	0,80	78,1	Masa Espécimen húmedo 429,89 g	
80,6	36,56	0,532	8,68	43,72	0,84	82,0	Masa Espécimen seco 298,33 g	
84,9	38,51	0,580	9,47	44,11	0,87	85,6	Contenido de Humedad 44,1 %	
89,1	40,42	0,629	10,26	44,49	0,91	89,1	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN	
93,1	42,23	0,677	11,05	44,89	0,94	92,3	Densidad Húmeda 0,69 g/cm ³	
97,1	44,04	0,725	11,84	45,29	0,97	95,4	Densidad Seca 0,48 g/cm ³	
95,8	43,45	0,773	12,63	45,70	0,95	93,2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u	
94,6	42,91	0,823	13,42	46,12	0,93	91,2	0,972 kg/cm ² 95,4 kPa	
93,4	42,37	0,871	14,21	46,54	0,91	89,3	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84	
92,2	41,82	0,919	15,00	46,97	0,89	87,3	CONSISTENCIA SEGÚN q_u MEDIANA	
ESQUEMA DE FALLA								
							Velocidad de Deformación: 0,5% x Min	
							Deformación Max. permitida (15%): 0,92 Plg	
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad								
OBSERVACIONES:								
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
					creado, autenticado y firmado por: ALEX STEVEN FIGUEROA MACAS Falsado sancionado con prisión			
					Ing. Alex Figueroa			

Muestra 18

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166								
PROYECTO	Tesis de Maestría					FECHA DE ENSAYO :	21/12/2025	
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	COORDENADAS	X:	729930	Y:	9550479 Z: 908
	Zamora Chinchipe Zamora Zamora			SONDEO No:	18			
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa					MUESTRA:	M18	
SOLICITA	Ing. Jean Pardo					PROFUNDIDAD:	2.0 - 2.5 m	
CARGA APLICADA	DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:		
				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐	Compactado ☐
lb f	kg f					DIMENSIÓN PROMEDIO		
0,0	0,00	0,000	41,28	0,00	0,0	Diametro, D	72,5	mm
20,6	9,34	0,047	41,61	0,22	22,0	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	150,9	mm
31,3	14,20	0,094	41,94	0,34	33,2	Relación Lo/D	2,08137931	
39,9	18,10	0,141	42,28	0,43	42,0	Area (Ao)	41,28	cm ²
47,4	21,50	0,188	42,63	0,50	49,5	Volumen	622,95	cm ³
54,2	24,59	0,234	42,98	0,57	56,1	CONTENIDO DE HUMEDAD		
60,5	27,44	0,282	43,34	0,63	62,1	Obtenida después del ensayo		
66,3	30,07	0,328	43,70	0,69	67,5	Espécimen húmedo + Tara	546,09	g
71,9	32,61	0,375	44,07	0,74	72,6	Espécimen seco + Tara	453,22	g
77,1	34,97	0,422	44,44	0,79	77,2	Masa de Tara	103,27	g
82,2	37,29	0,469	44,82	0,83	81,6	Masa Espécimen húmedo	442,82	g
87,0	39,46	0,516	45,21	0,87	85,6	Masa Espécimen seco	349,95	g
91,7	41,60	0,563	45,60	0,91	89,4	Contenido de Humedad	26,5	%
96,2	43,64	0,610	46,00	0,95	93,0	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN		
100,5	45,59	0,657	46,41	0,98	96,3	Densidad Húmeda	0,71	g/cm ³
104,8	47,54	0,703	46,83	1,02	99,6	Densidad Seca	0,56	g/cm ³
103,5	46,95	0,750	47,25	0,99	97,4	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u		
102,2	46,36	0,798	47,68	0,97	95,3	1,015 kg/cm ²	99,55	kPa
100,9	45,77	0,844	48,12	0,95	93,3			
99,5	45,13	0,891	48,57	0,93	91,1	Deformación en el instante de la falla, %:	11,84	
						CONSISTENCIA SEGÚN q_u		FIRME
ESQUEMA DE FALLA								
								
Velocidad de Deformación: 0,5% x Min						Deformación Max. permitida (15%): 0,89 Plg		
SUCS : Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad								
OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
								
Ing. Alex Figueroa								

Muestra 19

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES "GEOFIGMA" Manuelita Cañizares y Pedro de Barahona, Zamora, Zamora Chinchipe Tel.- 0982581197 - 0997810516								
MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS ASTM D 2166								
PROYECTO	Tesis de Maestría				FECHA DE ENSAYO :	21/12/2025		
LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA		COORDENADAS	X:	727863	Y: 9549391 Z: 926
	Zamora Chinchipe		Zamora		SONDEO No:	19		
ENSAYADO POR	Ing. Alex Figueroa				MUESTRA:	M19		
SOLICITA	Ing. Jean Pardo				PROFUNDIDAD:	1,5 - 2,0 m		
CARGA APLICADA		DEFORMACIÓN (Plg)	DEFORMACIÓN AXIAL UNITARIA ϵ_1 (%)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA, A (cm ²)	ESFUERZO COMPRESIVO, σ_c		CONDICIÓN DEL ESPÉCIMEN:	
lbf	kgf				kg/cm ²	kPa	Inalterado ☒	Remoldeado ☐ Compactado ☐
DIMENSIÓN PROMEDIO								
0,0	0,00	0,000	0,00	40,04	0,00	0,0	Diametro, D	71,4 mm
20,0	9,07	0,051	0,79	40,36	0,22	22,0	Longitud inicial del espécimen, (Lo)	164,5 mm
30,3	13,74	0,103	1,58	40,68	0,34	33,1	Relación Lo/D	2,303921569
38,7	17,55	0,154	2,37	41,01	0,43	42,0	Area (Ao)	40,04 cm ²
46,0	20,87	0,204	3,16	41,34	0,50	49,5	Volumen	658,65 cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD								
52,6	23,86	0,255	3,95	41,68	0,57	56,1	Obtenida después del ensayo	
58,6	26,58	0,307	4,74	42,03	0,63	62,0	Espécimen húmedo + Tara	560,31 g
64,3	29,17	0,358	5,53	42,38	0,69	67,5	Espécimen seco + Tara	462,1 g
69,7	31,62	0,409	6,32	42,74	0,74	72,5	Masa de Tara	104,69 g
74,8	33,93	0,460	7,11	43,10	0,79	77,2	Masa Espécimen húmedo	455,62 g
79,7	36,15	0,512	7,90	43,47	0,83	81,6	Masa Espécimen seco	357,41 g
84,4	38,28	0,562	8,68	43,85	0,87	85,6	Contenido de Humedad	27,5 %
88,9	40,33	0,613	9,47	44,23	0,91	89,4	DENSIDAD DEL ESPÉCIMEN	
93,3	42,32	0,665	10,26	44,62	0,95	93,0	Densidad Húmeda	0,69 g/cm ³
97,5	44,23	0,716	11,05	45,01	0,98	96,3	Densidad Seca	0,54 g/cm ³
101,6	46,09	0,767	11,84	45,42	1,01	99,5	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA q_u	
100,4	45,54	0,818	12,63	45,83	0,99	97,5	1,015 kg/cm ²	99,40 kPa
99,1	44,95	0,870	13,42	46,25	0,97	95,3	Deformación en el instante de la falla, %: 11,84	
97,8	44,36	0,920	14,21	46,67	0,95	93,2	CONSISTENCIA SEGÚN q_u FIRME	
96,5	43,77	0,971	15,00	47,11	0,93	91,1	ESQUEMA DE FALLA	
								
Velocidad de Deformación: 0,5% x Min Deformación Max permitida (15%): 0,97 Plg							SUCS : Limo inorgánico de baja plasticidad	
OBSERVACIONES:								
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
 Alex Steven FIGUEROA MACAS INGENIERO COLABORADOR DEL PLEBATO								
Ing. Alex Figueroa								