

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“RELACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN
MEDIANTE ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y COMPRESIÓN
SIMPLE EN LA ZONA DE EXPANSIÓN URBANA LOCALIDAD EL TAMBO -
BAMBAMARCA - HUALGAYOC - CAJAMARCA, 2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. DÍAZ MARÍN DENIS MAYCOL

ASESOR:

ING. HOYOS SAUCEDO MARCO WILDER

CAJAMARCA - PERÚ

2023

COPYRIGHT@2023 by
DENIS MAYCOL DÍAZ MARÍN
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A mis padres y familiares por su apoyo y consejos durante mi formación profesional y académica.

A los docentes de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional De Cajamarca por sus enseñanzas y guía.

A mi asesor, Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo, por su apoyo y orientación en la presente tesis

DEDICATORIA

A mis padres Hilda y Herminio, por su amor infinito y apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida.

A Dulce, mi esposa, y a Oliver André, mi hijo, quienes son la fuente de inspiración en mi camino.

A Edson y Emelyn, mis hermanos y compañeros en esta travesía de vida y crecimiento.

Hasta el cielo a mis abuelos Maximiliano y Maria Elena, a mi tío Leopoldo y mi hermana Sonia, aunque no estén presentes en cuerpo siempre están acompañándome.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	x
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. HIPÓTESIS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.7. OBJETIVOS.....	17
1.7.1. Objetivo general.....	17
1.7.2. Objetivos específicos.....	17
1.8. LIMITACIONES	17
1.9. ESTRUCTURA DE LA TESIS	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales	19
2.1.3. Antecedentes Locales	19
2.2. BASES TEÓRICAS	20
2.2.1. Análisis granulométrico con mallas	20
2.2.2. Plasticidad	21
2.2.3. Clasificación de suelos	23
2.2.4. Ensayos de contenido de humedad	24
2.2.5. Relación Esfuerzo - deformación en suelos	25
2.2.6. Resistencia al cortante de suelos cohesivos	26
2.2.7. Ensayo de compresión simple.....	26
2.2.8. Ensayo de penetración estándar (S.P.T.).....	32
2.2.9. Correlación del método de SPT y compresión simple en suelos cohesivos.....	35
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	38
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1. Ubicación geográfica	40
3.2. Época de la investigación	42
3.3. Metodología	42
3.3.1. Tipo de investigación (Tipo, nivel, diseño y método de investigación)	42
3.3.2. Población	43
3.3.3. Muestra	43
3.3.4. Unidad de análisis	43
3.3.5. Definición de variables.....	43
3.4. Procedimiento.....	43

3.4.1. Procedimiento del cálculo de la resistencia al corte mediante un ensayo de compresión simple	44
3.4.2. Procedimiento del cálculo de la resistencia al corte mediante un ensayo de penetración estándar (SPT).....	45
3.4.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de la información	47
3.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de información	47
3.4.5. Equipos y materiales	48
3.5. Análisis de datos y presentación de resultados.....	48
3.5.1. Puntos de investigación.....	48
3.5.2. Ensayo de contenido de humedad	49
3.5.3. Ensayos de Análisis granulométricos	51
3.5.4. Límites de consistencia y clasificación de suelos	51
3.5.5. Ensayos de compresión simple	54
3.5.6. Ensayo de penetración estándar (SPT).....	59
3.5.7. Comparación de valores obtenidos por ambos métodos	61
4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados	66
4.1.1. Calicatas C1 al C15	66
4.1.1. Calicatas C1 y C12	67
4.1.2. Calicata C6	68
4.1.3. Calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14.....	68
4.1.4. Calicata C3, C5, C7 y C15.....	69
4.2. Contrastación de la hipótesis.....	70
5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1. CONCLUSIONES	71
5.2. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
PANEL FOTOGRÁFICO	76
ANEXOS	80
ANEXO 1: ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS	80
Anexo 1.A. Compresión Simple	80
Anexo 1.B. Ensayos de penetración estándar (SPT).....	164
Anexo 1.C. Granulometría y Límites de Consistencia	166
Anexo 1.D. Perfiles estratigráficos	196
ANEXO 2: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS	211
ANEXO 3: PLANOS.....	215

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tamices de malla estándar usados en Perú	20
Tabla 2: Símbolos utilizados en a la clasificación de suelos SUCS	23
Tabla 3: Índices de corrección ensayo SPT (η_H , η_B , η_S , η_R).....	34
Tabla 4: Correlación aproximada IC, N_{60} , y q_u	36
Tabla 5: Correlaciones previas entre S_u - N_{SPT}	37
Tabla 6: Cuadro de coordenadas de los puntos de investigación.....	48
Tabla 7: Resultado del ensayo de contenido de humedad	49
Tabla 8: Variación del contenido de humedad	50
Tabla 9: Resultados de los ensayos de Análisis granulométricos, Límites de consistencia y clasificación de suelos	53
Tabla 10: Resultados de Ensayo de Compresión Simple	57
Tabla 11: Datos del ensayo de penetración estándar N_{SPT} , índices de corrección y N_{60}	59
Tabla 12: Resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	60
Tabla 13: Comparación de Resultados del Ensayo de Compresión Simple y SPT	61
Tabla 14: Relación del ensayo de Compresión Simple y ensayo SPT	62
Tabla 15: Relación del ensayo de Compresión Simple y ensayo SPT de acuerdo al tipo de suelo.....	63
Tabla 16: Numero de golpes ensayo de penetración estándar SPT.....	164
Tabla 17: Contenido de humedad ensayo de penetración estándar SPT.....	165
Tabla 18: Clasificación en el sistema SUCS (ASTM D2487-98).....	212

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de la distribución granulométrica	21
Figura 2: Límites de Atterberg	22
Figura 3: Gráfica de plasticidad - Clasificación SUCS	24
Figura 4: Prueba de compresión simple.....	28
Figura 5: Ubicación Geográfica de la provincia de Hualgayoc.....	40
Figura 6: Ubicación Geográfica del distrito de Bambamarca	41
Figura 7: Ubicación del área de investigación.....	41
Figura 8: Variación del contenido de Humedad en Calicatas	50
Figura 9: Comparación de la resistencia al corte según tipo de suelo	64
Figura 10: Relación de la resistencia al corte según tipo de suelo	65
Figura 11: Grafico esfuerzo Deformación Calicata N°1 Muestra N°1	81
Figura 12: Grafico esfuerzo Deformación Calicata N°1 Muestra N°2	83
Figura 13: Grafico esfuerzo Deformación Calicata N°1 Muestra N°3	85
Figura 14: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°2 Muestra N°1	87
Figura 15: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°2 Muestra N°2	89
Figura 16: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°2 Muestra N°3	91
Figura 17: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°3 Muestra N°1	93
Figura 18: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°3 Muestra N°2	95
Figura 19: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°3 Muestra N°3	97
Figura 20: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°4 Muestra N°1	99
Figura 21: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°4 Muestra N°2	101
Figura 22: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°4 Muestra N°3	103
Figura 23: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°5 Muestra N°1	105
Figura 24: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°5 Muestra N°2	107
Figura 25: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°5 Muestra N°3	109
Figura 26: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°6 Muestra N°1	111
Figura 27: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°6 Muestra N°2	113
Figura 28: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°6 Muestra N°3	115
Figura 29: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°7 Muestra N°1	117
Figura 30: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°7 Muestra N°2	119
Figura 31: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°7 Muestra N°3	121
Figura 32: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°8 Muestra N°1	123
Figura 33: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°8 Muestra N°2	125
Figura 34: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°8 Muestra N°3	127
Figura 35: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°10 Muestra N°1	129
Figura 36: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°10 Muestra N°2	131
Figura 37: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°10 Muestra N°3	133
Figura 38: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°11 Muestra N°1	135
Figura 39: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°11 Muestra N°2	137
Figura 40: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°11 Muestra N°3	139
Figura 41: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°12 Muestra N°1	141
Figura 42: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°12 Muestra N°2	143
Figura 43: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°12 Muestra N°3	145
Figura 44: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°13 Muestra N°1	147
Figura 45: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°13 Muestra N°2	149
Figura 46: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°13 Muestra N°3	151
Figura 47: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°14 Muestra N°1	153

Figura 48: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°14 Muestra N°2	155
Figura 49: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°14 Muestra N°3	157
Figura 50: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°15 Muestra N°1	159
Figura 51: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°15 Muestra N°2	161
Figura 52: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°15 Muestra N°3	163
Figura 53: Curva de distribución granulométrica calicata N°01	166
Figura 54: Gráfica límite líquido calicata N°01	167
Figura 55: Curva de distribución granulométrica calicata N°02	168
Figura 56: Gráfica límite líquido calicata N°02	169
Figura 57: Curva de distribución granulométrica calicata N°03	170
Figura 58: Gráfica límite líquido calicata N°03	171
Figura 59: Curva de distribución granulométrica calicata N°04	172
Figura 60: Gráfica límite líquido calicata N°04	173
Figura 61: Curva de distribución granulométrica calicata N°05	174
Figura 62: Gráfica límite líquido calicata N°05	175
Figura 63: Curva de distribución granulométrica calicata N°06	176
Figura 64: Gráfica límite líquido calicata N°06	177
Figura 65: Curva de distribución granulométrica calicata N°07	178
Figura 66: Gráfica límite líquido calicata N°07	179
Figura 67: Curva de distribución granulométrica calicata N°08	180
Figura 68: Gráfica límite líquido calicata N°08	181
Figura 69: Curva de distribución granulométrica calicata N°09	182
Figura 70: Gráfica límite líquido calicata N°09	183
Figura 71: Curva de distribución granulométrica calicata N°10	184
Figura 72: Gráfica límite líquido calicata N°10	185
Figura 73: Curva de distribución granulométrica calicata N°11	186
Figura 74: Gráfica límite líquido calicata N°11	187
Figura 75: Curva de distribución granulométrica calicata N°12	188
Figura 76: Gráfica límite líquido calicata N°12	189
Figura 77: Curva de distribución granulométrica calicata N°13	190
Figura 78: Gráfica límite líquido calicata N°13	191
Figura 79: Curva de distribución granulométrica calicata N°14	192
Figura 80: Gráfica límite líquido calicata N°14	193
Figura 81: Curva de distribución granulométrica calicata N°15	194
Figura 82: Gráfica límite líquido calicata N°15	195
Figura 83: Diagrama de flujo para clasificar suelos de grano grueso (ASTM D2487-98)	213
Figura 84: Diagrama de flujo para clasificar suelos de grano fino (ASTM D2487-98)	214

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1: Levantamiento Topográfico	76
Fotografía N°2: Ensayo de compresión simple - Calicata N° 1	76
Fotografía N°3: Ensayo de contenido de humedad – Calicata N° 1	77
Fotografía N°4: Ensayo penetración estándar (SPT) – Calicata N° 2	77
Fotografía N°5: Ensayo de Límite Líquido - Calicata N° 4	78
Fotografía N°6: Ensayo de Límite Plástico - Calicata N° 4	78
Fotografía N°7: Ensayo de compresión simple - Calicata N° 14	79
Fotografía N°8: Ensayo de compresión simple- Calicata N° 15	79
Fotografía N°9: Ensayo de compresión simple Calicata N°1 Muestra N°1	81
Fotografía N°10: Ensayo de compresión simple Calicata N°1 Muestra N°2	83
Fotografía N°11: Ensayo de compresión simple Calicata N°1 Muestra N°3	85
Fotografía N°12: Ensayo de compresión simple Calicata N°2 Muestra N°1	87
Fotografía N°13: Ensayo de compresión simple Calicata N°2 Muestra N°2	89
Fotografía N°14: Ensayo de compresión simple Calicata N°2 Muestra N°3	91
Fotografía N°15: Ensayo de compresión simple Calicata N°3 Muestra N°1	93
Fotografía N°16: Ensayo de compresión simple Calicata N°3 Muestra N°2	95
Fotografía N°17: Ensayo de compresión simple Calicata N°3 Muestra N°3	97
Fotografía N°18: Ensayo de compresión simple Calicata N°4 Muestra N°1	99
Fotografía N°19: Ensayo de compresión simple Calicata N°4 Muestra N°2	101
Fotografía N°20: Ensayo de compresión simple Calicata N°4 Muestra N°3	103
Fotografía N°21: Ensayo de compresión simple Calicata N°5 Muestra N°1	105
Fotografía N°22: Ensayo de compresión simple Calicata N°5 Muestra N°2	107
Fotografía N°23: Ensayo de compresión simple Calicata N°5 Muestra N°3	109
Fotografía N°24: Ensayo de compresión simple Calicata N°6 Muestra N°1	111
Fotografía N°25: Ensayo de compresión simple Calicata N°6 Muestra N°2	113
Fotografía N°26: Ensayo de compresión simple Calicata N°6 Muestra N°3	115
Fotografía N°27: Ensayo de compresión simple Calicata N°7 Muestra N°1	117
Fotografía N°28: Ensayo de compresión simple Calicata N°7 Muestra N°2	119
Fotografía N°29: Ensayo de compresión simple Calicata N°7 Muestra N°3	121
Fotografía N°30: Ensayo de compresión simple Calicata N°8 Muestra N°1	123
Fotografía N°31: Ensayo de compresión simple Calicata N°8 Muestra N°2	125
Fotografía N°32: Ensayo de compresión simple Calicata N°8 Muestra N°3	127
Fotografía N°33: Ensayo de compresión simple Calicata N°10 Muestra N°1	129
Fotografía N°34: Ensayo de compresión simple Calicata N°10 Muestra N°2	131
Fotografía N°35: Ensayo de compresión simple Calicata N°10 Muestra N°3	133
Fotografía N°36: Ensayo de compresión simple Calicata N°11 Muestra N°1	135
Fotografía N°37: Ensayo de compresión simple Calicata N°11 Muestra N°2	137
Fotografía N°38: Ensayo de compresión simple Calicata N°11 Muestra N°3	139
Fotografía N°39: Ensayo de compresión simple Calicata N°12 Muestra N°1	141
Fotografía N°40: Ensayo de compresión simple Calicata N°12 Muestra N°2	143
Fotografía N°41: Ensayo de compresión simple Calicata N°12 Muestra N°3	145
Fotografía N°42: Ensayo de compresión simple Calicata N°13 Muestra N°1	147
Fotografía N°43: Ensayo de compresión simple Calicata N°13 Muestra N°2	149
Fotografía N°44: Ensayo de compresión simple Calicata N°13 Muestra N°3	151
Fotografía N°45: Ensayo de compresión simple Calicata N°14 Muestra N°1	153
Fotografía N°46: Ensayo de compresión simple Calicata N°14 Muestra N°2	155
Fotografía N°47: Ensayo de compresión simple Calicata N°14 Muestra N°2	157

Fotografía N°48: Ensayo de compresión simple Calicata N°15 Muestra N°1	159
Fotografía N°49: Ensayo de compresión simple Calicata N°15 Muestra N°2	161
Fotografía N°50: Ensayo de compresión simple Calicata N°15 Muestra N°3	163

RESUMEN

La presente investigación determinó la relación entre la resistencia al corte de los suelos de fundación obtenida mediante los métodos de penetración estándar (SPT) y de compresión simple en la zona de expansión urbana de la ciudad de El Tambo, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, Perú. Se analizaron 15 puntos de investigación. Se determinó el contenido de humedad, los límites de consistencia, el análisis granulométrico, la clasificación SUCS y la resistencia al corte. Los resultados de la resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple tienen una relación variable de acuerdo al tipo de suelo respecto a la resistencia al corte mediante el ensayo SPT. La relación usando la correlación planteada Hettiarachchi y Brown (N_{SPT}) es, para el tipo "ML" de 2.77 (desviación estándar $\sigma = 0.58$), para el tipo "MH" de 1.95, para el tipo "CH" de 2.46 ($\sigma = 0.44$) y para el tipo "CL" de 7.30 ($\sigma = 2.58$). La relación usando la correlación planteada Sirvikaya (N_{SPT}) es, para el tipo "ML" de 2.66 ($\sigma = 0.45$), para el tipo "MH" de 2.07, para el tipo "CH" de 2.31 ($\sigma = 0.32$) y para el tipo "CL" de 6.88 ($\sigma = 2.69$). La relación usando la correlación planteada Sirvikaya (N_{60}) es, para el tipo "ML" de 3.53 ($\sigma = 0.66$), para el tipo "MH" de 2.48, para el tipo "CH" de 3.05 ($\sigma = 0.54$) y para el tipo "CL" de 9.16 ($\sigma = 3.24$). Concluyendo que no se puede establecer una única relación para todo tipo de suelos cohesivos, ya que la desviación estándar al analizarlo por tipo de suelo es mucho menor en comparación a reunirlos en un solo grupo, dando así una relación por cada tipo de suelo.

Palabras clave: Resistencia al corte, Compresión simple, Penetración estándar, Resistencia a la Compresión, Capacidad portante.

ABSTRACT

The present research determined the relationship between the shear strength of foundation soils obtained through the Standard Penetration Test (SPT) and the Unconfined Compression Test in the urban expansion zone of the city of El Tambo, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, Peru. Fifteen research points were analyzed. The moisture content, consistency limits, grain size analysis, Unified Soil Classification System (SUCS), and shear strength were determined. The results of shear strength obtained through the direct shear test exhibit a variable relationship based on soil type concerning the shear strength from the SPT test. The relationship using the Hettiarachchi and Brown correlation (N_{SPT}) yields, for type "ML," a value of 2.77 (standard deviation $\sigma = 0.58$), for type "MH," a value of 1.95, for type "CH," a value of 2.46 ($\sigma = 0.44$), and for type "CL," a value of 7.30 ($\sigma = 2.58$). The relationship using the Sirvikaya correlation (N_{SPT}) produces, for type "ML," a value of 2.66 ($\sigma = 0.45$), for type "MH," a value of 2.07, for type "CH," a value of 2.31 ($\sigma = 0.32$), and for type "CL," a value of 6.88 ($\sigma = 2.69$). The relationship using the Sirvikaya correlation (N_{60}) provides, for type "ML," a value of 3.53 ($\sigma = 0.66$), for type "MH," a value of 2.48, for type "CH," a value of 3.05 ($\sigma = 0.54$), and for type "CL," a value of 9.16 ($\sigma = 3.24$). Concluding that a single relationship cannot be established for all types of cohesive soils, as the standard deviation when analyzed by soil type is much lower compared to grouping them into one category, thus providing a relationship for each soil type.

Key words: Shear strength, Unconfined compression, standard penetration, compressive strength, Bearing capacity.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Capeco (2018) estimó que el 68.5% de las viviendas construidas entre el año 2007 y el 2014 en Lima Metropolitana fueron edificadas informalmente, asimismo menciona que en el resto del país la proporción de la construcción informal es mayor que en la capital. La construcción informal de viviendas en Perú implica que han sido edificadas sin un diseño arquitectónico y estructural, utilizando materiales no adecuados y sin considerar las características del suelo, lo que lleva a tener viviendas no seguras y de baja calidad.

En la norma E.050 se menciona varios ensayos in situ y ensayos de laboratorio a partir de los cuales se pueden conocer las propiedades físicas del suelo como la resistencia a la compresión, resistencia al corte, ángulo de fricción interna, entre otros, pero no existe valores de la confiabilidad de los mismos o relaciones entre ellos, haciendo difícil al usuario decidir qué tipo de ensayo es el más adecuado de acuerdo a su necesidad.

En la actualidad, no existe una relación entre los resultados de la resistencia al corte calculados mediante los ensayos de penetración estándar (SPT) y de compresión simple. La falta de estudios en los métodos de ensayo mencionados, limitan su uso en el diseño de obras de ingeniería.

Realizar obras como habilitaciones urbanas en grandes extensiones de terreno, trae consigo llevar a cabo estudios especializados como ensayos de corte directo o ensayos triaxiales, lo que implica costos elevados y un tiempo considerable de ejecución, motivo para que se pueda utilizar otros tipos de ensayos que tienen un menor costo y un menor tiempo de ejecución como los ensayos de penetración estándar (SPT) y de compresión simple.

La ciudad de El Tambo está ubicada en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, desde su creación hasta la actualidad no cuenta con datos de estudios de mecánica de suelos, por lo que, al no conocerse las características y resistencia al corte del suelo hace que las viviendas no tengan diseños adecuados y aún no se pueda determinar qué zona es la más adecuada para cada necesidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación obtenida mediante los métodos de ensayo de penetración estándar (SPT) y de compresión simple en la zona de expansión urbana de la localidad de El Tambo - Bambamarca - Hualgayoc - Cajamarca?

1.3. HIPÓTESIS

La resistencia al corte de los suelos de fundación obtenida mediante el método de compresión simple tiene una relación mayor que 1.50 veces el valor obtenido mediante el método de penetración estándar (SPT), en la zona de expansión urbana de la localidad de El Tambo - Bambamarca - Hualgayoc – Cajamarca.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El Perú al estar ubicado en el “circulo de fuego” ocasiona que sea un país con altas probabilidades de ocurrencia de sismos de gran magnitud, razón por la cual, para cimentar cualquier estructura es imprescindible conocer las propiedades geotécnicas y el comportamiento del suelo.

En el Perú al igual que muchos países en vías de desarrollo, las ciudades crecen sin una planificación, por lo que, contar con información de los suelos de fundación ayudaría a identificar qué zona es la más adecuada para construir. Al conocer las propiedades de los suelos de fundación, uno de los beneficios al construir viviendas en las zonas con mayor resistencia al corte es tener dimensiones más adecuadas en la cimentación permitiendo un ahorro económico y mayor seguridad para el propietario.

La seguridad en las obras de ingeniería está directamente relacionada a la resistencia al esfuerzo cortante de suelos, ya que a mayor resistencia al corte más seguro es la estructura. Asimismo, esta propiedad de los suelos está relacionado a la capacidad de carga y la estabilidad del suelo frente a obras de ingeniería como: taludes, excavaciones, presas, terraplenes, etc.

La investigación permite determinar la relación de la resistencia al corte, obtenida mediante los ensayos de penetración estándar (SPT) y de compresión simple de los suelos de fundación de la zona nor-oeste de expansión urbana de la localidad de El Tambo. Al mismo tiempo estos datos sirven de referencia para los pobladores en la ubicación y edificación de futuras viviendas.

1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos con esta investigación, solo se aplica a suelos cohesivos presentes en la zona de expansión urbana de la parte noroeste de la ciudad de El Tambo o a suelos de similar clasificación. Los suelos de acuerdo a la clasificación SUCS son limos de baja plasticidad y baja compresibilidad “ML”, limos de alta plasticidad y alta compresibilidad “MH”, Arcillas de baja plasticidad y baja compresibilidad “CL” y Arcillas de alta plasticidad y alta compresibilidad “CH”.

1.6. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El ensayo de penetración estándar (SPT) y la toma de muestras de suelo se realizó en un área de cuatro hectáreas en la zona de expansión urbana en la parte noroeste de la ciudad de El Tambo.

La investigación determinó la resistencia al corte de los suelos de fundación para lo cual se realizó los siguientes ensayos.

- ✓ Ensayos de compresión simple (compresión no confinada) – NTP 339.167 (ASTM D2166).
- ✓ Ensayos de penetración estándar (SPT) en suelos - NTP 339.133 (ASTM D1586).
- ✓ Ensayos de análisis granulométrico en suelos - NTP 339.128 (ASTM D422).
- ✓ Ensayos de contenido de humedad - NTP 339.127 (ASTM D2216).
- ✓ Ensayos de límites de consistencia de suelos - NTP 339.129 (ASTM D4318).

La resistencia al corte para el ensayo de compresión simple se determinó a partir de la resistencia a la compresión no confinada (UCS).

La resistencia al corte para el ensayo de penetración estándar (SPT) se determinó utilizando las correlaciones desarrolladas por Hettiarachchi y Brown (2009), y Sirvikaya (2009).

Los ensayos de laboratorio se realizaron en la ciudad de Cajamarca, en el laboratorio de mecánica de suelos de la empresa GUERSAN INGENIEROS SRL.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

Determinar la relación entre la resistencia al corte de los suelos de fundación obtenida mediante el método de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana de la localidad de El Tambo - Bambamarca - Hualgayoc - Cajamarca.

1.7.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar las características físicas de los suelos de fundación en la zona de expansión urbana de la localidad de El Tambo para clasificar el tipo de suelo.
- ✓ Determinar la resistencia al corte utilizando el método de Penetración Estándar (SPT) y el método de Compresión Simple.

1.8. LIMITACIONES

No se cuenta con estudios de mecánica de suelos en la zona que sirva de referencia.

1.9. ESTRUCTURA DE LA TESIS

- ✓ **Capítulo I:** Este capítulo contiene el planteamiento del problema, formulación del problema, hipótesis, justificación, alcances, delimitación, objetivos y limitaciones de la investigación.
- ✓ **Capítulo II:** Contiene los antecedentes teóricos de la investigación donde se da a conocer los estudios relacionados, las bases teóricas que contiene los conceptos que fundamentan la investigación, y por último contiene también definición de términos básicos.
- ✓ **Capítulo III:** Contiene la ubicación geográfica, época de la investigación, metodología utilizada. Descripción y detalle del procedimiento, análisis de datos y presentación de resultados.
- ✓ **Capítulo IV:** Contiene el análisis, interpretación y discusión de resultados, para así realizar la posterior contrastación de los mismos.
- ✓ **Capítulo V:** Contiene la presentación de las conclusiones más importantes de acuerdo a los objetivos planteados. Además, se muestra aspectos a ser incluidos o ser mejorados en investigaciones futuras.
- ✓ **Referencias bibliográficas**
- ✓ **Panel fotográfico**
- ✓ **Anexos**

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Mendivil y Saavedra (2016), en Colombia, en sus tesis “Correlación entre los métodos de compresión inconfiada y corte directo en suelos cohesivos, del sector El Rodeo en Cartagena” realizaron un estudio con el objetivo de determinar el coeficiente de correlación entre los resultados obtenidos de los ensayos de compresión inconfiada y corte directo en suelos cohesivos. Entre sus conclusiones más importantes están: Los resultados de esfuerzos de cortante y compresión simple dieron resultados alejados a la teoría sobre la resistencia de suelos arcillosos y los resultados fueron muchos mayores. Indican que con el proceso de reconstitución de las muestras se pudo evidenciar que los resultados fueron mucho más acordes con la fundamentación teórica de resistencia de las arcillas, obteniendo valores entre 0.8 y 1.5 kg/cm² de resistencia al cortante. Señalan que es posible que las muestras hayan sufrido una densificación por efecto de los golpes del equipo y por lo tanto aumentaron su resistencia al cortante. Menciona también que no se pudo establecer la correlación, ya que, las muestras reconstituidas (re moldeadas) son totalmente alteradas, por lo que no es recomendable su utilización para este tipo de investigación.

Carmona (2014), en Colombia, en su tesis “Estudio de resultados Ensayo de Penetración Estándar (SPT) para el Factor de Corrección (CN) y el Ángulo de Fricción (ϕ) del suelo usando diferentes tipos de correlaciones” realizó un estudio con el objetivo de determinar la correlación más apropiada, para obtener el ángulo de fricción a partir de los resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) para la carretera 7^a entre calle 38 y calle 170. Entre las conclusiones más importantes se menciona que las metodologías propuestas por Seed (1985), Skempton (1986), Liao – Whitman (1986), son las que mejores resultados pueden arrojar para desarrollar los valores obtenidos por pruebas STP que se realizaron a la carretera 7ma, determinadas a partir de la clasificación de las secciones según la formación del suelo.

Nassaji, F. y Kalantari, B. (2011). En su estudio “SPT capability to estimate undrained shear strength of fine grained soils of Tehran, Iran”, se intenta responder a la pregunta de si es posible estimar la resistencia al corte sin drenaje (S_u) de un suelo de grano fino a partir de $N(SPT)$ en el suelo granulado en el sur y el este de Teherán (Irán)

utilizando el análisis de regresión lineal múltiple del software SPSS se ha (evaluado) para el estudio. Los resultados han demostrado que considerar otros parámetros como el contenido de agua natural (wn), el límite líquido (LL) y el índice de plasticidad (IP), para establecer correlaciones además de N(SPT), aumenta el coeficiente de correlación para la estimación y también disminuye la estimación del error.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Castrejón (2018), en Perú, en su Tesis “Determinación de los parámetros geotécnicos mediante Ensayo de Penetración Estándar y Corte Directo en la habilitación urbana fundo La Peña” realizó un estudio en Lambayeque - Perú, con el objetivo de determinar los parámetros geotécnicos en la habilitación urbana fundo La Peña mediante el ensayo de penetración estándar y corte directo. Entre sus conclusiones más importante está que se han ejecutados 12 sondajes SPT, en las cuales arrojaron números de golpes muy bajos. Considerando los resultados obtenidos, se puede decir que en los ensayos de SPT realizados nos permite conocer la variación de la resistencia del suelo con las profundidades, a partir del cual podemos conocer las condiciones del suelo. Refiere también, que el ensayo de corte directo con muestras inalteradas determino la capacidad portante del área en estudio arrojando valores entre 0.50 kg/cm² a 0.91 kg/cm².

R. Fernández (2015), en su tesis “Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los Ensayos SPT Y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes Tumbes” realizó un estudio con el objetivo de determinar la Capacidad Portante con fines de cimentación mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes- Tumbes, entre sus conclusiones más importantes esta que se determinó la comparación entre la Capacidad Portante de los suelos de fundación para cimentaciones superficiales que el ensayo de penetración estándar (SPT) presenta una capacidad portante 87% menor que el resultado obtenido en el ensayo de corte directo.

2.1.3. Antecedentes Locales

W. Fernández (2015), en su Tesis “Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad universitaria – Universidad Nacional de Cajamarca – 2014” realizó un estudio con el objetivo de determinar la precisión de medida de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad Universitaria utilizando dos métodos,

el método de ensayo de Corte Directo y el método de ensayo de SPT en la Universidad Nacional de Cajamarca, entre sus conclusiones más importantes está que la comparación entre la Capacidad Portante de los suelos de fundación para cimentaciones superficiales en el ensayo de penetración estándar (SPT) presenta una capacidad portante 81% menor que el resultado obtenido en el ensayo de Corte Directo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Análisis granulométrico con mallas

Según Braja M (2012), en todos los tipos de suelo, los tamaños de suelo varían ampliamente. Para realizar una clasificación adecuada del suelo, es imprescindible conocer su distribución granulométrica. En caso de los suelos de los suelos de grano grueso la distribución se determina por lo regular mediante un análisis granulométrico utilizando mallas. Por otra parte, para los suelos de grano fino, la distribución granulométrica se obtiene mediante el análisis del hidrómetro.

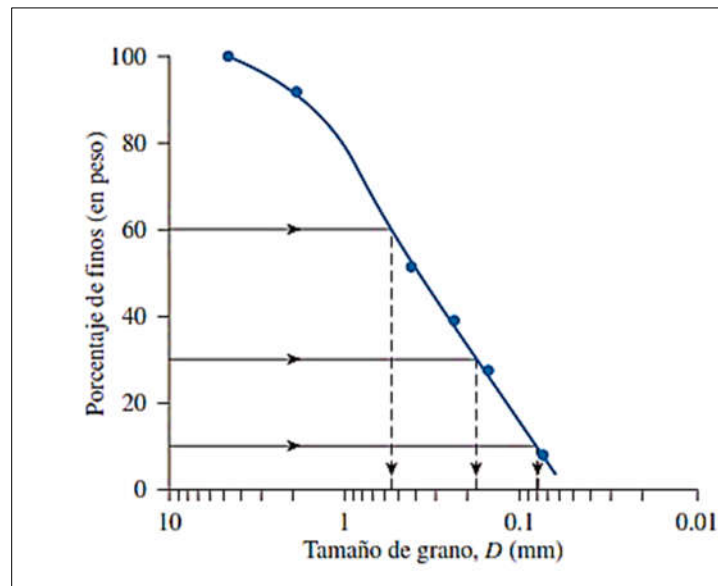
Para llevar a cabo un análisis granulométrico con mallas, se toma una muestra medida de suelo completamente seco y se lo pulveriza adecuadamente. Luego, esta muestra se hace pasar a través de una serie de mallas con aberturas cada vez más pequeñas. Estas mallas están agrupadas una sobre otra y cuentan con una charola en la parte inferior para recolectar el material que pasa. Se determina la cantidad de suelo retenido en cada malla y se calcula el porcentaje acumulado del suelo que pasa a través de cada una de ellas. Esta cifra generalmente se denomina porcentaje de finos. La norma NTP 339.128 (1999, ed. rev. 2019) hace referencia a una serie de tamices que cumplen la norma ASTM E11, los cuales son usados en nuestro país. Un conjunto completo de tamices incluye:

Tabla 1: Tamices de malla estándar usados en Perú

Tamices	Designación ASTM	Tamices	Designación ASTM
75,0 mm	(3 pulg)	2,00 mm	(N° 10)
50,0 mm	(2 pulg)	850 µm	(N°20)
37,5 mm	(1 ½ pulg)	425 µm	(N° 40)
25,0 mm	(1 pulg)	250 µm	(N° 60)
19,0 mm	(3/4 pulg)	106 µm	(N° 140)
9,5 mm	(3/8 pulg)	75 µm	(N° 200)
4,75 mm	(N° 4)	-	-

Fuente: NTP 339.128 (1999, ed. rev. 2019)

Figura 1: Curva de la distribución granulométrica



Fuente: Braja M. Das (2012)

Braja M (2012), refiere que, en un papel semilogarítmico se realiza una gráfica de la curva de distribución granulométrica, tal como se observa en la figura 1. En el eje de las abscisas se ubica "D" que es el diámetro de grano en escala logarítmica y el eje de las ordenadas se ubica el porcentaje de finos en escala aritmética.

2.2.2. Plasticidad

Según Whitlow (1994), en el caso de los suelos de grano fino (cohesivos) el factor de mayor influencia sobre las propiedades de ingeniería no es el tamaño sino la forma de las partículas. La combinación de partículas muy laminares y las circunstancias que pueden causar cambios del contenido de humedad, producen un material (suelo) con propiedades inherentemente variables. Por ejemplo, la resistencia de los suelos al esfuerzo cortante varía de manera notable con las diferencias de contenido de humedad. Además, los suelos con partículas muy laminares se comportan como material plástico: un aumento del esfuerzo aplicado suele causar una deformación irreversible, mientras que el volumen permanece constante y sin signos de grietas ni rajaduras.

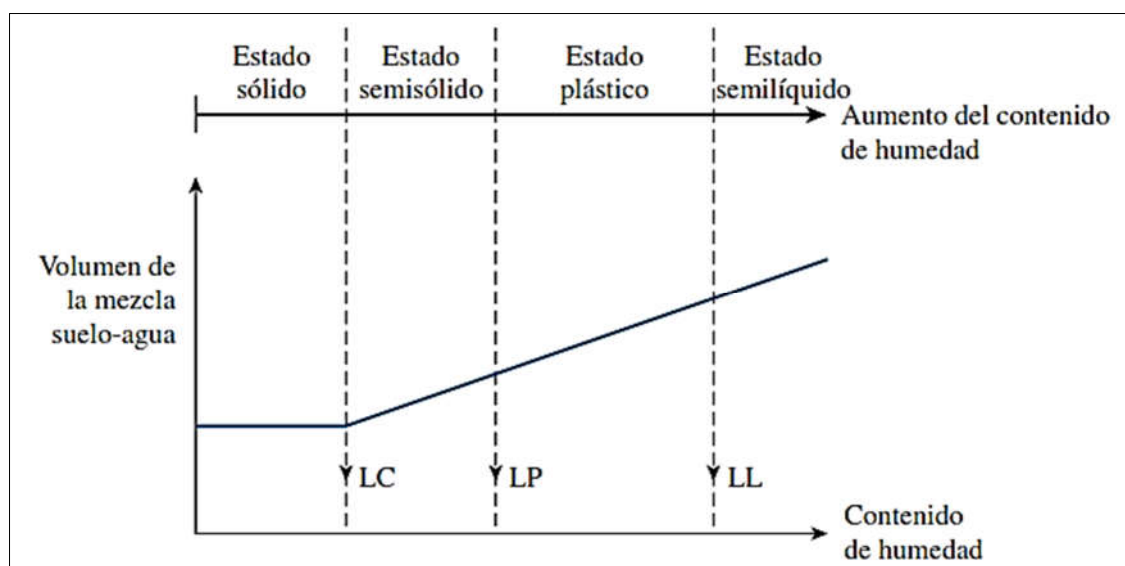
Puesto que la plasticidad de los suelos de grano fino tiene un efecto importante en las propiedades de ingeniería, como la resistencia al corte y compresibilidad, se usa la consistencia plástica como base para su clasificación. La consistencia de un suelo es un estado físico característico con un contenido de humedad determinado.

Según Braja M (2012), Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, puede fluir como un semilíquido. Si el suelo se seca gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de humedad. El contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado líquido a uno plástico se define como límite líquido (LL). De manera similar, el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido y de un estado semisólido a uno sólido se definen como límite plástico (LP) y límite de contracción (LC), respectivamente. A estos límites se les refiere como límites de Atterberg.

- ✓ El límite líquido de un suelo se determina utilizando la copa de Casagrande y se define como el contenido de humedad en el que se cierra una ranura de 12.7 mm mediante 25 golpes.
- ✓ El límite plástico se define como el contenido de humedad en el que el suelo se agrieta al formar un rollito de 3.18 mm de diámetro.
- ✓ El límite de contracción se define como el contenido de humedad en el que el suelo no experimenta ningún cambio adicional en su volumen con la pérdida de humedad.

Asimismo, Braja M (2012), menciona que la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo se define como el índice de plasticidad (IP).

Figura 2: Límites de Atterberg



Fuente: Braja M. Das (2012)

2.2.3. Clasificación de suelos

Según Braja M (2012), Los sistemas de clasificación de suelos dividen los suelos en grupos y subgrupos con base en propiedades ingenieriles comunes como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas de clasificación principales de uso actual son 1) el sistema de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y 2) el Sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System (también es el sistema de la ASTM). El sistema de la AASHTO se emplea principalmente para la clasificación de las capas del pavimento de una carretera. No se utiliza en la construcción de cimentaciones.

A. Sistema Unificado

Según Braja M (2012), El Sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System) lo propuso originalmente A. Casagrande en 1942 y más tarde lo revisó y adoptó el United States Bureau of Reclamation (Departamento del Interior de los Estados Unidos) y el US Army Corps of Engineers (cuerpo de ingenieros del ejército de EE. UU.). Hoy en día, este sistema es ampliamente empleado en casi todas las actividades de suelos y geotecnia.

Así mismo, en este sistema se emplean símbolos con el objetivo de identificarlos, los cuales son:

Tabla 2: Símbolos utilizados en a la clasificación de suelos SUCS

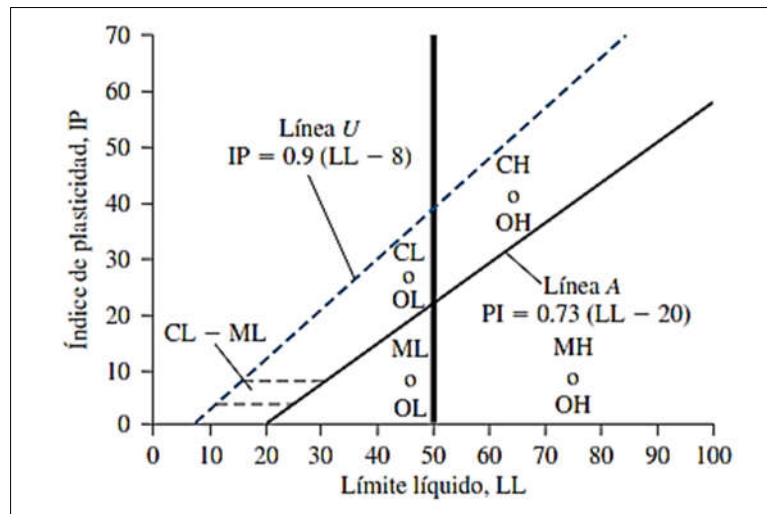
Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente: Braja M. Das (2012)

En la gráfica de plasticidad (figura 3) y en la tabla 18 (anexo 2) se muestra el procedimiento para determinar los símbolos de grupo para varios tipos de suelos. Al clasificar un suelo se debe proporcionar el nombre del grupo que generalmente describe el suelo, junto con el símbolo respectivo. En las figuras 83 y 84 (anexo 2) se

presentan los organigramas para obtener las denominaciones de grupos correspondientes a los suelos de grano grueso y suelos de grano fino (inorgánicos).

Figura 3: Gráfica de plasticidad - Clasificación SUCS



Fuente: Braja M. Das (2012)

La Norma Técnica Peruana 339.134 (2019), menciona que el el Sistema Unificado de Suelos identifica tres grandes divisiones de suelos: suelos de grani grueso, suelos de grano fino y suelos antamento orgánicos. Estas tres divisiones son luego divididas en un total de 15 grupos basicos de suelo.

Este sistema clasifica suelos provenientes de cualquier localización dentro de las categorías que representan los resultados de los ensayos prescritos para determinar las características de granulometría, límite liquido e índice plástico.

La norma ASTM D2487 (2017), menciona que las variadas agrupaciones de este sistema de clasificación han sido ideadas para tener correlación de una manera general con el comportamiento de ingeniería de suelos. Este método provee un útil primer paso en cualquier investigación, ya sea de campo o en laboratorio, de propósito de ingeniería.

2.2.4. Ensayos de contenido de humedad

Duque y Escobar (2002) explican que la humedad, es la relación, en porcentaje (%) del peso del agua del espécimen, al peso de los sólidos. El problema es ¿cuál es el peso del agua? Para tal efecto debemos señalar que existen varias formas de agua en el suelo, y unas requieren más temperatura y tiempo de secado que otras para ser eliminadas. En consecuencia, el concepto “suelo seco” también es arbitrario, como lo

es el agua que pesemos en el suelo de la muestra. Suelo seco es el que se ha secado en estufa, a temperatura de 105 °C - 110 °C, hasta peso constante durante 24 ó 18 horas (con urgencia).

El valor teórico de humedad varía entre: $0 \leq w \rightarrow \infty$. En la práctica, las humedades varían de 0 (cero) hasta valores de 100 %, e incluso de 500 % o 600% en el valle de México.

En compactación se habla de humedad óptima, la humedad de mayor rendimiento, con la cual la densidad del terreno alcanza a ser máxima.

En la norma NTP 339.127 (1999), se indica la fórmula para calcular la humedad (w) de una muestra:

$$w = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo secada al horno}} \times 100$$

$$w = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

En donde:

- w = contenido de humedad, en porcentaje
- M_{CWS} = peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- M_{CS} = peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- M_C = peso del contenedor, en gramos
- M_W = peso del agua, en gramos
- M_S = peso de las partículas sólidas, en gramos

2.2.5. Relación Esfuerzo - deformación en suelos

Terzaghi y Peck (1978) referencia que los suelos, al igual que la mayoría de materiales sólidos, pueden romperse por tracción o corte. Las tensiones de tracción pueden provocar la formación de grietas, las que generalmente pueden ser perjudiciales o indeseables desde un punto de vista práctico. Sin embargo, en la mayor parte de los problemas de ingeniería, únicamente es relevante considerar la resistencia a la rotura por corte. Esta rotura por corte ocurre cuando en un punto de una masa de suelo se alcanza una combinación crítica de tensión normal y tangencial (de corte). Se han desarrollado diversos dispositivos para determinar e investigar el valor de esta combinación crítica bajo distintos estados.

Juárez y Rico (1973) dicen que, la deformación en la mayoría de los suelos, aun bajo cargas pequeñas, es mucho mayor que la de los materiales estructurales; además esa deformación no se produce, usualmente, en forma simultánea a la aplicación de la carga, sino que se desarrolla en el transcurso del tiempo... Otra diferencia entre los materiales estructurales y los suelos estriba en el hecho de que en los primeros la deformación es principalmente resultado de un cambio de forma, sin variación de volumen, mientras que en los suelos ambos fenómenos son importantes; en algunos problemas, particularmente en el asentamiento de edificios construidos sobre arcillas, la deformación debida a cambio volumétrico en los estratos de suelo subyacente, es mucho más importante que la deformación debido a cambio de forma.

2.2.6. Resistencia al cortante de suelos cohesivos

Taylor (1961) menciona que, es un hecho el que ninguna propiedad física de los suelos cohesivos es más compleja que la resistencia al cortante. Esta propiedad depende de muchos factores, y estos factores individuales son ya por sí complicados, pero adicionalmente todos ellos se relacionan entre sí en tal forma que es sumamente difícil el entender plenamente su acción combinada.

Este autor también menciona que ninguna lista de los factores sobre los cuales depende la resistencia al corte puede ser preparada y que sea sencilla y satisfactoria en todos aspectos. Factores que deberá considerarse son: ángulo de fricción, cohesión, velocidad de corte, condiciones de drenaje, contenido de agua, contenido de aire, tipos de ensayos, etc.

2.2.7. Ensayo de compresión simple

Juárez y Rico (1973) sostienen que la prueba de compresión simple es ampliamente utilizada en los laboratorios de Mecánica de Suelos. Esta prueba presenta la ventaja de ser sencilla de realizar y requerir equipos relativamente simples en comparación con las pruebas triaxiales o de corte directo. Sin embargo, interpretar correctamente los resultados de esta prueba es más complejo que en el caso de las pruebas triaxiales, especialmente si se busca comprender a fondo los mecanismos de falla que suceden. Aunque los resultados son fácilmente aplicables a trabajos de rutina, es recomendable que las conclusiones obtenidas a partir de esta prueba sean siempre validadas por un especialista. Es importante mencionar que esta prueba se aplica

únicamente en arcillas y suelos cohesivos, ya que en arenas y suelos arenosos no es posible obtener muestras apropiadas para su ejecución.

Los autores anteriormente mencionados indican que “la resistencia de las arcillas remodeladas, en general, es mucho menor que la de las mismas en estado inalterado”.

Braja M (2012), define a la compresión simple como un tipo especial de prueba triaxial no consolidada no drenada, en la que la presión de confinación $\sigma_3 = 0$ como se muestra en la figura 4. En esta prueba, se aplica un esfuerzo axial $\Delta\sigma$ a la muestra para ocasionar su falla (es decir, $\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$). El círculo de Mohr correspondiente se muestra en la figura 4. Observe que, para este caso,

- ✓ Esfuerzo total principal mayor = $\Delta\sigma_f = q_u$
- ✓ Esfuerzo total principal menor = 0

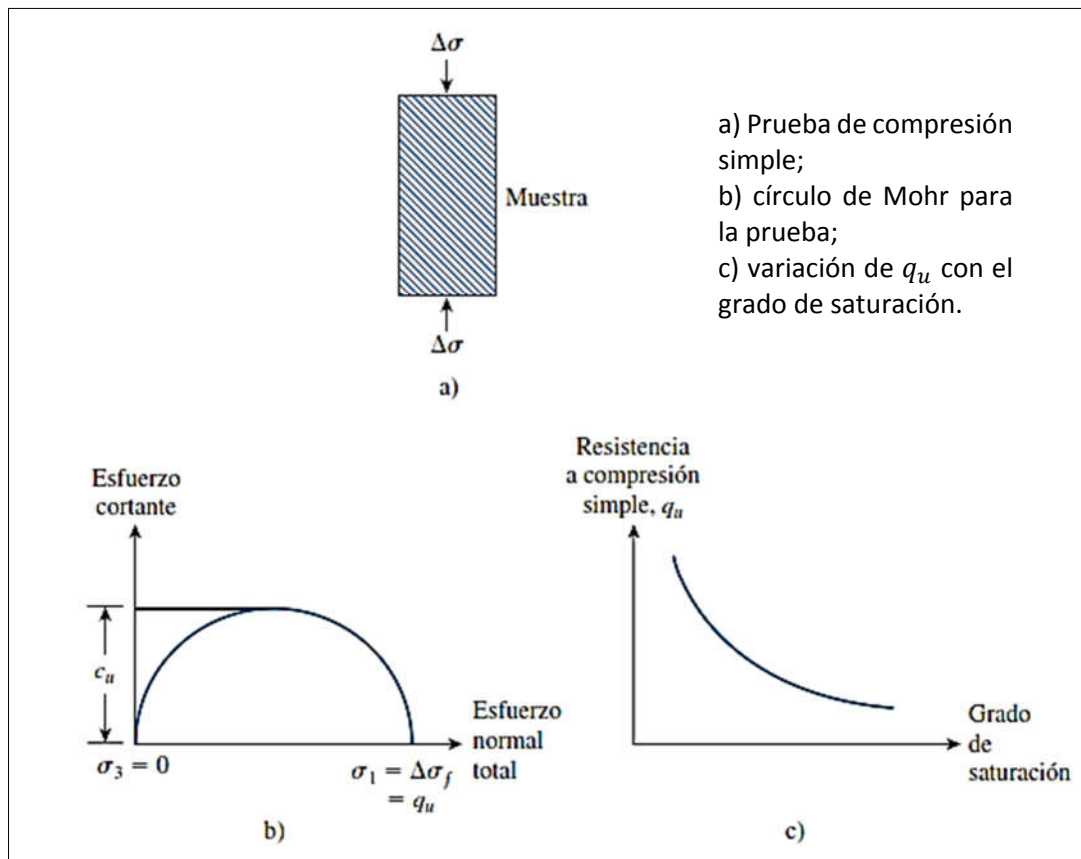
Al esfuerzo axial a la falla $\Delta\sigma_f = q_u$, se lo suele denominar como resistencia a la compresión simple. La resistencia cortante de arcillas saturadas antes esta condición ($\phi = 0$), es:

$$S_u = c_u = \frac{q_u}{2}$$

La resistencia a la compresión simple puede ser empelada como un parámetro que indica la consistencia de las arcillas.

En algunas ocasiones, las pruebas de compresión simple se realizan en suelos no saturados. Cuando la relación de vacíos de la muestra de suelos se mantiene constante, la resistencia disminuye significativamente a medida que aumenta el grado de saturación. (figura 4)

Figura 4: Prueba de compresión simple



Fuente: Braja M. Das (2012)

La Norma Técnica Peruana 339.167 (2015), establece la determinación de la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos en condición inalterada, remoldeada o compactada, empleando aplicación de carga axial con deformación controlada. Este método de ensayo proporciona un valor aproximado de la resistencia de los suelos cohesivos en términos de los esfuerzos totales.

Este método de ensayo es aplicable únicamente en materiales cohesivos que no expulsan agua de sangrado (agua expulsada o expelida por el suelo debido a la deformación o compactación) durante el período de carga del ensayo y que conserven una resistencia intrínseca luego de retirar las presiones de confinamiento, tales como las arcillas y los suelos cementados. Los suelos secos y los que tienden a desmoronarse, los materiales fisurados o estratificados, los limos, turbas y arenas no pueden ser ensayados mediante este método para obtener valores válidos de la resistencia a la compresión no confinada.

El propósito principal del ensayo de compresión no confinada es la rápida obtención de un valor aproximado de la resistencia a la compresión de suelos que poseen suficiente cohesión como para poder ser ensayados en el estado no confinado.

a. Equipo y materiales

La Norma Técnica Peruana 339.167 (2015), menciona:

- ✓ Dispositivo de compresión: El dispositivo de compresión puede ser una plataforma con una escala de pesos equipada accionada mediante una gata de tornillo o de rosca, o un sistema de carga hidráulico, u otros mecanismos adecuados para proporcionar la razón de carga requerida (indicada en procedimiento). Para suelos con una resistencia a la compresión no confinada inferior a 100 kPa (1.0197 kg/cm²), el dispositivo de compresión deberá ser capaz de medir el esfuerzo de compresión con una sensibilidad de 1 kPa (0.01 kg/cm²). Para suelos con una resistencia a la compresión no confinada de 100 kPa (1.0197 kg/cm²) o más, el dispositivo de compresión deberá ser capaz de registrar el esfuerzo de compresión con una sensibilidad de 5kPa (0,05 kg/cm²).
- ✓ Extrusor de muestras: El equipo debe ser capaz de extraer la muestra de suelo del tubo muestreador en la misma dirección en que la muestra ingresó al tubo, a una velocidad uniforme y sin causar cambios significativos en la muestra. El objetivo principal es mantener la muestra lo menos alterada posible.
- ✓ Indicador de deformación: necesita ser un dial graduado a 0,03 mm (0,001 pulgadas) o menos y deberá tener una carrera de al menos 20 % de la longitud del espécimen de ensayo. También puede ser otro tipo de dispositivo de medición de la deformación que cumpla dichos requerimientos, como un aparato electrónico.
- ✓ Dial Comparado: Se sugiere el empleo de un calibrador Vernier o un dispositivo similar para medir las dimensiones físicas del espécimen con una precisión de 0,1%. Sin embargo, se desaconseja el uso del Vernier en especímenes blandos que puedan deformarse al colocar el dispositivo sobre ellos.
- ✓ Cronómetro: Debe emplearse un dispositivo de medición del tiempo para indicar el tiempo transcurrido de ensayo con una sensibilidad de un segundo a fin de establecer la razón de aplicación de la deformación prescrita en el apartado de procedimiento.

- ✓ Balanza: La balanza empleada para pesar especímenes deberá determinar la masa del espécimen con una sensibilidad de 0,1 % de su masa total.
- ✓ Equipo: Como se especifica en la NTP 339.127 (Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo)
- ✓ Aparatos Misceláneos, incluyendo herramientas para tallar y recortar especímenes, cápsulas para ensayos de humedad, hojas de cálculo, etc.

b. Preparación de especímenes de ensayo

La Norma Técnica Peruana 339.167 (2015), menciona:

Tamaño del espécimen: Los especímenes tendrán un diámetro mínimo de 30 mm (1,3 pulgadas) y la partícula de mayor tamaño contenida en el espécimen de ensayo deberá ser menor que 1/10 (un décimo) del diámetro del espécimen. Para especímenes con un diámetro de 72 mm (2,8 pulgadas) o más, la partícula de mayor tamaño deberá ser menor que 1/6 (un sexto) del diámetro del espécimen. Si luego de realizar un ensayo en un espécimen inalterado, se encuentra, por inspección visual que existen partículas mayores a las permitidas, deberá indicarse esto en las observaciones del informe de ensayo. La relación altura/diámetro debe ser entre 2 y 2,5. Determinar la altura y el diámetro promedio del espécimen de ensayo empleando el dispositivo especificado. Tomar un mínimo de 3 mediciones de altura (separadas cada 120°), y al menos 3 mediciones de diámetro a los cuartos de la altura.

Si luego de realizar el ensayo, se encuentran partículas mayores a las permitidas, se debería de realizar un ensayo de granulometría, según la NTP 339.128, para confirmar la observación visual. La granulometría se incluirá en los resultados.

Especímenes inalterados: Para preparar los especímenes de suelo sin alteraciones, se deben obtener muestras inalteradas y seguir las prácticas establecidas en las normas ASTM D 1587 y NTP 339.151 para su preservación y transporte. Los especímenes de tubo deben ser ensayados sin recortar, excepto si es necesario cuadrar los extremos. Se debe manipular cuidadosamente los especímenes para evitar alteraciones, cambios en la sección transversal o pérdida de humedad. Si el aparato extrusor causa compresión o alteraciones visibles, se puede cortar el tubo muestreador para facilitar la remoción del espécimen. Se deben preparar especímenes tallados sin alteraciones, preferiblemente en un ambiente de humedad controlada. Es importante evitar cambios en la humedad del suelo. Los especímenes

deben tener una sección transversal circular uniforme con extremos perpendiculares al eje longitudinal. Cualquier pequeño guijarro, concha o corteza debe ser removido al tallar o recortar el espécimen, y los vacíos en la superficie deben ser rellenados con suelo remoldeado de los recortes. Si los guijarros causan irregularidades excesivas en los extremos, se pueden cubrir con un material como yeso mate, hidrostona, o similar.

El contenido de agua (humedad) deberá determinarse de acuerdo con la NTP 339.127.

c. Cálculos

La Norma Técnica Peruana 339.167 (2015), menciona:

- ✓ Calcular la deformación unitaria axial, ε_1 , con una aproximación de 0,1 % para una carga aplicada dada, como sigue:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Donde:

ΔL = Cambio en la longitud del espécimen según las lecturas del indicador de deformación, mm.

L_0 = Longitud inicial del espécimen de ensayo, mm.

- ✓ Calcular la sección transversal promedio, A , para una carga aplicada dada, como sigue:

$$A = \frac{A_0}{1 - \varepsilon_1}$$

Donde:

A_0 = Área promedio inicial de la sección transversal del espécimen, cm^2 .

ε_1 = Deformación unitaria axial para la carga dada, %.

- ✓ Calcular el esfuerzo de compresión, σ_c , con tres cifras significativas o con una aproximación de 0.01 kg/cm^2 , para una carga aplicada dada, como sigue:

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P = Carga aplicada dada, kg.

A = Área promedio de la sección transversal correspondiente, cm^2 .

d. Gráfica

La Norma Técnica Peruana 339.167 (2015), sugiere realizar una gráfica que muestre la relación entre el esfuerzo de compresión (eje y) y el esfuerzo axial (eje x). Seleccionar el máximo valor del esfuerzo de compresión o el esfuerzo de compresión al 15% de la deformación axial, lo que ocurra primero, y reportarlo como la resistencia a la compresión no confinada (q_u). Para una interpretación adecuada, incluir la gráfica de esfuerzo-deformación en el informe.

Resistencia al corte (S_u): Para especímenes sometidos a ensayo en compresión no confinada, la resistencia al corte se obtiene como la mitad del esfuerzo de compresión en el punto de falla.

2.2.8. Ensayo de penetración estándar (S.P.T.)

Braja M (2012) menciona que el ensayo se realiza utilizando un muestreador estándar de media caña que consta de una zapata de hincado de acero, un tubo de acero dividido longitudinalmente y un acoplamiento en la parte superior para conectarlo a la barra de perforación. Existen diferentes tamaños de muestreadores disponibles. El muestreador se introduce en el suelo por los golpes de un martinete cuyo peso de 63.5 kg y cae una distancia de 76.2 cm. Se registra el número de golpes requeridos para una penetración de tres intervalos de 6 pulgadas para luego encontrar el valor N (suma de golpes del segundo y tercer intervalo). Luego, se retira el muestreador y se transporta la muestra de suelo recuperada al laboratorio.

Según Skempton (1986) y Seed et al. (1985), citado por Braja M (2012) refieren que es relevante señalar que varios factores influyen en la variación del número de penetración estándar "N" a una determinada profundidad en perfiles de suelo similares. Estos factores incluyen la eficiencia del martinete SPT, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y la longitud de la barra.

Braja M (2012) refiere que la eficiencia energética del martinete SPT se puede expresar así:

$$E_r(\%) = \frac{\text{Energía total del martinete al muestreador}}{\text{Energía de entrada}} \times 100$$

$$\text{Energía teórica de entrada} = W * h$$

Donde:

W= Peso de martinete ≈ 0.623 Kn

h= altura de caída ≈ 0.76 m

Por lo tanto:

$$W * h = (0.623) * (0.76) = 0.474 \text{ kN} - \text{m}$$

En el campo, el valor de E_r puede variar entre 30% y 90%. La práctica estándar en Estados Unidos consiste en expresar el valor N para una relación energética promedio de aproximadamente 60% ($\approx E_{60}$). Por lo tanto, se sugiere corregir los procedimientos de campo y estandarizar el número de penetración estándar como una función de la energía de hincado y su disipación en el suelo circundante:

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

Donde:

N_{60} = número de penetración estándar, corregido por las condiciones en el campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martinete (%)

η_B = corrección por el diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección por longitud de la barra

Las variaciones de η_H , η_B , η_S , η_R con base en recomendaciones de Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986) se resumen en la tabla 3.

Tabla 3: Índices de corrección ensayo SPT (η_H , η_B , η_S , η_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	1
	Toroide	Cuerda y polea	67	150	1.05
Estados Unidos	De Seguridad	Cuerda y polea	60	200	1.15
	Toroide	Cuerda y polea	45		
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45		
China	Toroide	Caída libre	60		
	Toroide	Cuerda y polea	50		

3. Variación de η_S		3. Variación de η_R	
Variable	η_S	Longitud de la barra, m	η_R
Muestreador estándar	1.0	>10	1.00
Con recubrimiento para arena y arcillas densas	0.8	6-10	0.95
Con recubrimiento para arena suelta	0.9	4-6	0.85
		0-4	0.75

Fuente: Braja M. Das (2012)

El método de SPT es ampliamente utilizado en diversos proyectos de exploración geotécnica. Se encuentran disponibles numerosas correlaciones locales y extensamente publicadas que vinculan el valor de N con las propiedades y comportamiento de los suelos, las relacionadas la resistencia al corte están detalladas en la tabla 5.

a. Principio del método

La norma NTP 339.133 (1999, ed. rev. 2019), describe el método que implica la caída libre de un martillo, con una masa de 140 lb. (63,5 kg), desde una altura de 30 pulgadas (76 cm) a través de una barra guía. El martillo golpea un cabezal conectado al penetrómetro mediante barras. La resistencia a la penetración se define como el número de golpes N necesarios para lograr una penetración de 12 pulgadas (30 cm).

b. Equipo y materiales

La norma NTP 339.133 (1999, ed. rev. 2019), detalla lo siguiente:

- ✓ **Equipo de Perforación:** Se aceptará cualquier equipo de perforación que garantice una cavidad lo suficientemente limpia antes de insertar el muestreador, asegurando así que el ensayo de penetración se realice en suelo sin alteraciones.

- ✓ **Varillas de Muestreo:** e deben utilizar varillas de perforación de acero de unión rápida para conectar el muestreador de caña partida con el ensamblaje de caída de peso. La rigidez (momento de inercia) de la varilla de muestreo debe ser igual o mayor a aquella de una varilla “A” de paredes paralelas (una varilla de acero con un diámetro exterior de $1\frac{5}{8}$ pulg (41,2 mm) y un diámetro interior de $1\frac{1}{8}$ pulg (28,5 mm)).
- ✓ **Muestreador de Caña Partida:** Debe cumplir las dimensiones especificadas. La zapata debe ser de acero endurecido y debe ser reemplazada o reparada si está abollada o deformada. Se permite el uso de revestimientos para producir un diámetro constante interior de $1\frac{3}{8}$ pulg (35 mm), pero se debe hacer una anotación en el registro de perforación si se utilizan, ya que el uso de revestimientos provoca variación en el resultado (10% a 30% mayor). También se permite el uso de canastillas de retención de muestras, pero su uso debe ser registrado en el registro de perforación.
- ✓ **Ensamblaje de Caída-Peso**

Martillo y Yunque: El martillo deberá pesar $140\text{ lb} \pm 2\text{ lb}$ ($63,5\text{ kg} \pm 1\text{ kg}$) y debe ser una masa metálica sólida y rígida, capaz de golpear el yunque con un contacto de acero a acero al ser soltado. Se requiere el uso de una guía que permita una caída libre. Los martillos utilizados con el método de malacate y sogas deben tener una capacidad de sobreelevación libre de al menos 4 pulgadas (100 mm). Por motivos de seguridad, se recomienda el uso de un equipo con yunque interno. Se sugiere que la guía del martillo tenga una marca permanente para que el operador o el inspector puedan verificar la altura de caída del martillo.

- ✓ **Equipo Accesorio:** Se requiere proveer etiquetas, recipientes, hojas de datos y dispositivos para medir el nivel de agua.

2.2.9. Correlación del método de SPT y compresión simple en suelos cohesivos

Braja M (2012) menciona que La correlación aproximada entre IC, N_{60} y la resistencia a la compresión simple (q_u) se da en la siguiente tabla

Tabla 4: Correlación aproximada IC, N₆₀, y q_u

Número de penetración Estándar, N ₆₀	Consistencia	IC	Resistencia a la compresión simple, q _u (kN/m ²)
< 2	Muy blanda	< 0.5	< 25
2 - 8	Blanda	0.5 - 0.75	25 - 80
8 - 15	Media	0.75 - 1.0	80 - 150
15 - 30	Firme	1.0 - 1.5	150 - 400
> 30	Muy firme	> 1.5	> 400

Fuente: Braja M. Das (2012)

Szechy y Vargi (1978) citado por Braja M (2012), calcularon el índice de consistencia como:

$$IC = \frac{LL - w}{LL - LP}$$

Donde:

IC = índice de consistencia

w = contenido natural de humedad

LL = límite líquido

LP = límite de plasticidad

Hara et al. (1971) citado por Braja M (2012), también sugiere la correlación siguiente entre la resistencia al corte no drenado de arcilla (q_u) y N₆₀

$$\frac{C_u}{P_a} = 0.29 * N_{60}^{0.72}$$

Donde:

P_a = presión atmosférica (≈ 100 Kn/m²; ≈2000 lb/pulg²)

Nassaji y Kalantari (2011) hacen una recopilación de las correlaciones correlación entre Su-N(SPT), las cuales se muestras a continuación:

Tabla 5: Correlaciones previas entre S_u - N_{SPT}

Investigadores	Descripción	S_u (kPa)
Sanglerat (1972)	Arcilla	12.5N
	Arcilla Limosa	10N
Terzaghi & Peck (1967)	Suelo de grano fino	6.25N
Hara et al. (1974)	Suelo de grano fino	$29N^{0.72}$
Sowers (1979)	Suelo muy plástico	12.5N
	Arcilla de mediana plasticidad	7.5N
	Arcilla de baja plasticidad	3.75N
Nixon (1982)	Arcilla	12N
Sivrikaya & Togrol (2002)	Suelo muy plástico	4.85 N
		$6.82 N_{60}$
	Suelo de baja plasticidad	3.35 N
		$6.82 N_{60}$
	Suelo de grano fino	4.32 N
	$6.18 N_{60}$	
Stroud (1974)	IP < 20	(6-7) N
	$20 < IP < 30$	(4-5) N
	IP > 30	4.2N
Décourt (1990)	Arcilla	12.5N
		$15N_{60}$
Ajayi & Balogun (1988)	Suelo de grano fino	$1.39N+74.2$
Hettiarachchi & Brown (2009)	Suelo de grano fino	$4.1N_{60}$
Sirvikaya (2009)	UU Test	$S_u=3.33N-0.75w+0.20LL+1.67IP$
	UU Test	$S_u=4.43N_{60}-1.29w+1.06LL+1.02IP$
	UCS Test	$S_u=2.41N-0.82w+0.14LL+1.44IP$
	UCS Test	$S_u=3.24N_{60}-0.53w-0.43LL+2.14IP$

Fuente: Nassaji y Kalantari (2011)

Donde:

S_u = Resistencia al corte sin drenaje

w= contenido natural de humedad

LL = el límite líquido

IP= Índice de plasticidad

N= Número de penetración medido

N_{60} = número de penetración estándar, corregido por las condiciones en el campo

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Resistencia a la compresión simple o resistencia a la compresión no confinada:

Es el esfuerzo máximo por unidad de área que un espécimen cilíndrico de suelo puede soportar antes de fallar en un ensayo de compresión simple. Se determina como la máxima carga por unidad de área que puede resistir la muestra o la carga por unidad de área para un 15% de deformación axial, lo que ocurra primero durante el ensayo. (NTP 339.167, 2015).

Resistencia al corte: Es la máxima resistencia de los suelos al esfuerzo dirigido paralelamente a la superficie del elemento a través del cual actúa (NTP 339.136, 2019). La resistencia al corte se determina como la mitad del esfuerzo de compresión en el punto de falla (NTP 339.167, 2015).

Resistencia a la penetración estándar: Carga unitaria requerida para producir una penetración estándar especificada dentro de un suelo a un rango especificado de una prueba o instrumento. (NTP 339.136, 2019)

Ensayo de compresión simple: Es una prueba de laboratorio en la que una muestra cilíndrica o prismática de suelo es sometida a esfuerzos axiales crecientes sin ningún confinamiento lateral. Esto se realiza hasta que la muestra de suelo se rompe o se deforma más allá de un límite preestablecido. El esfuerzo máximo al que puede ser sometido el suelo en esta prueba se denomina resistencia a la compresión simple. (Geotecnia y mecánica de suelos ABC, 2021).

Ensayo de penetración estándar: El procedimiento de exploración y muestreo de suelos se basa en hincar un muestreador de tubo partido o una herramienta similar en el suelo mediante golpes de un martillo de 63.5 kg dejándolo caer desde una altura de 0.75 m. La resistencia a la penetración se mide registrando el número de golpes necesarios para penetrar una distancia de 0.3 m. Este número, conocido como N, ha sido correlacionado con algunas propiedades relevantes del suelo, como su resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa, potencial de licuefacción, entre otras. (Geotecnia y mecánica de suelos ABC, 2021).

Cohesión: Fuerza de unión entre las partículas de un suelo, cuya magnitud depende de la naturaleza y estructura del mismo. En los suelos cohesivos la estructura depende del contenido de minerales arcillosos presentes y de las fuerzas que actúan entre ellos (Geotecnia y mecánica de suelos ABC, 2021).

Suelo cohesivo: Es un suelo que cuando no está confiado tienen considerable resistencia cuando está secado al aire y que tiene una cohesión significativa cuando está sumergido. (NTP 339.136, 2019).

Capacidad última de carga: Es la carga promedio por unidad de área requerida para producir falla por rotura de una masa portante de suelo o roca. (NTP 339.136, 2015)

Angulo de fricción interna: Ángulo que forma el eje de los esfuerzos normales con la tangente de la envolvente de Mohr en un punto representativo de una condición de esfuerzo-falla para un material sólido. (NTP 339.136, 2019)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

La localidad de El Tambo está ubicada en la zona central del departamento de Cajamarca, en la provincia de Hualgayoc y distrito de Bambamarca. Esta localidad geográficamente se ubica a 15.4 kilómetros al sur este de la ciudad de Bambamarca a 2795 m.s.n.m.

Figura 5: Ubicación Geográfica de la provincia de Hualgayoc

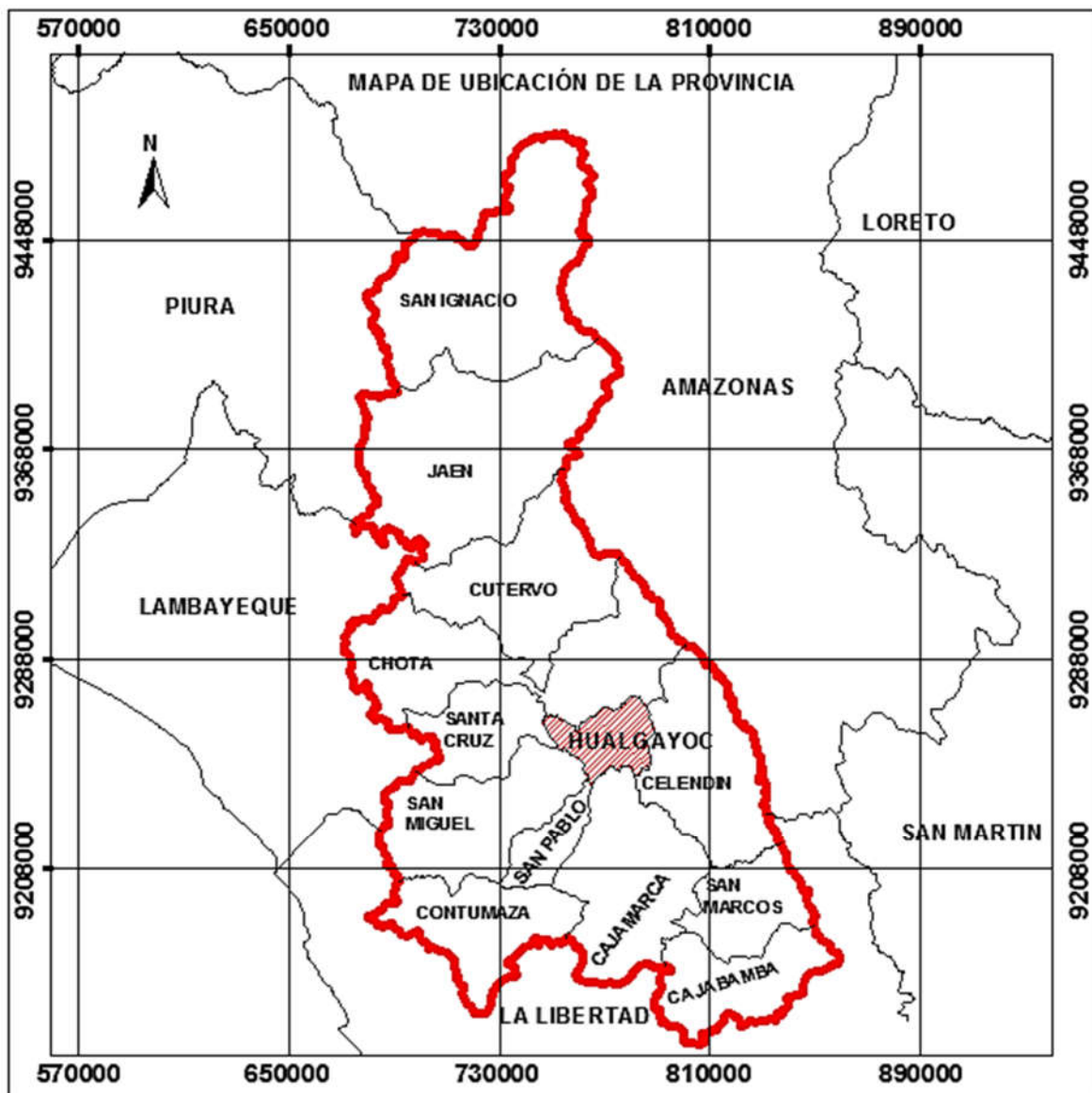


Figura 6: Ubicación Geográfica del distrito de Bambamarca

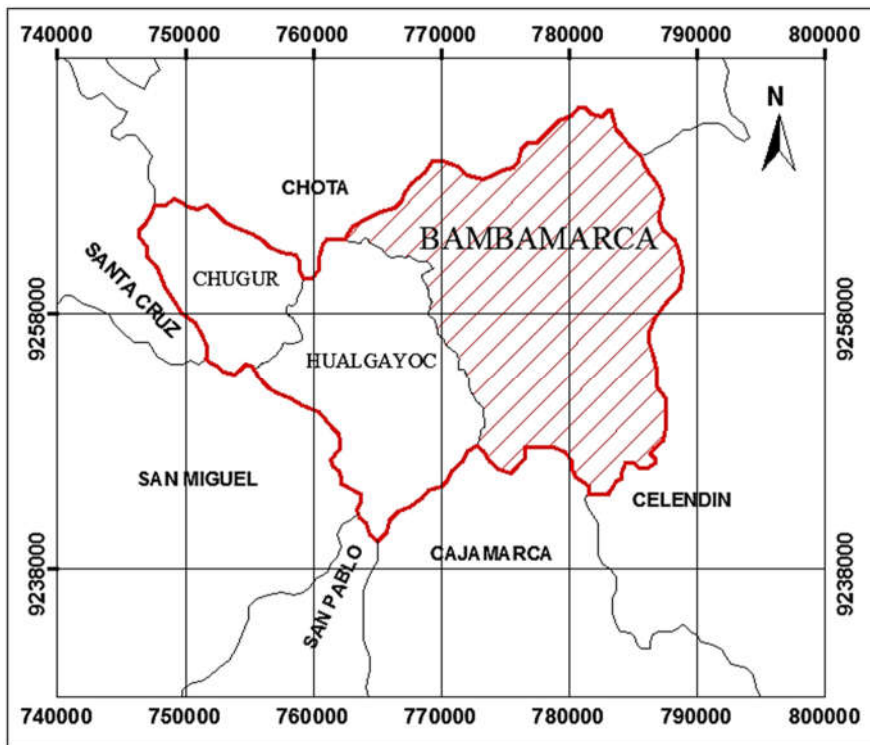
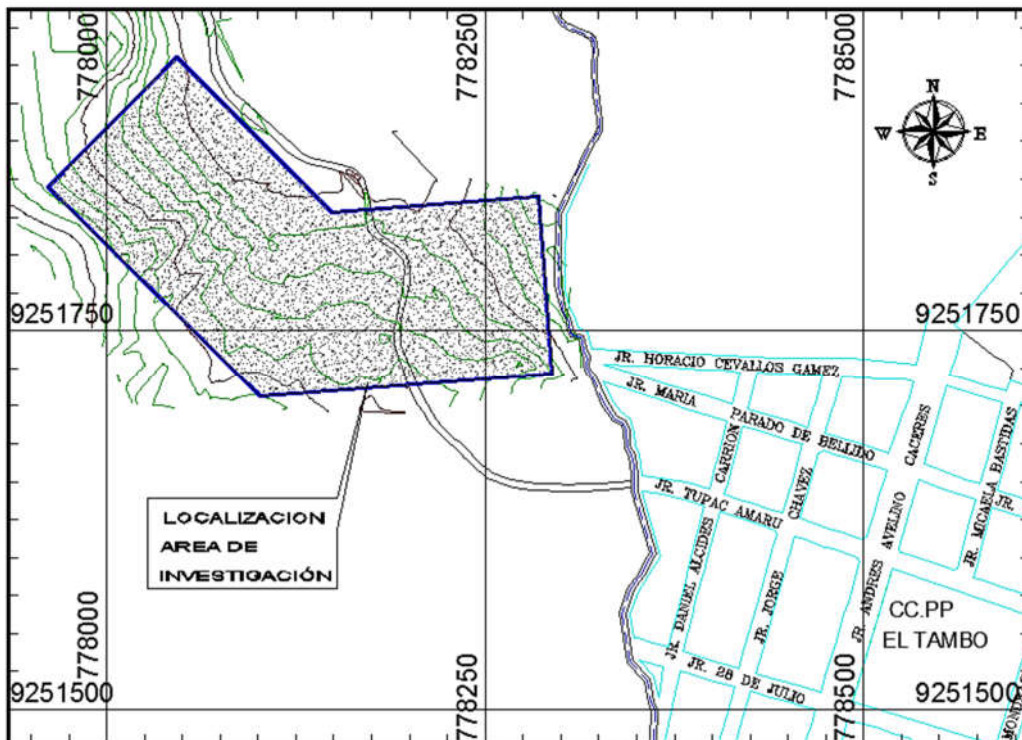


Figura 7: Ubicación del área de investigación



3.2. Época de la investigación

Los ensayos in situ, la toma de muestras y ensayos de laboratorio se realizó desde el 21 noviembre al 03 de diciembre del 2022.

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo de investigación (Tipo, nivel, diseño y método de investigación)

El tipo de investigación es una investigación aplicada; Marroquín Peña (2012) la define: Es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad.

El enfoque de esta investigación es cuantitativo; Hernández Sampieri et al. (2010), lo define como aquella que usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

El nivel de investigación corresponde a una Investigación Descriptiva; Hernández Sampieri et al. 2010, la define como aquella que busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

El diseño de la investigación es no experimental; Hernández Sampieri et al. (2010) lo define: como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, las variables independientes no son intencionalmente modificadas para analizar su efecto sobre otras variables. En lugar de generar situaciones, se observan fenómenos tal como ocurren naturalmente en su contexto. En este tipo de investigación, no se tiene control directo ni influencia sobre las variables independientes, ya que estas han ocurrido previamente junto con sus efectos. La observación y análisis de situaciones existentes son la base de la investigación no experimental.

Para la investigación se realizó calicatas en campo, ensayos in situ y se recogió muestras. Asimismo, las muestras se llevaron a un laboratorio de Mecánica de Suelos y se analizaron sus propiedades físicas y mecánicas. Por lo que el contexto en que se realiza la investigación es campo y laboratorio.

3.3.2. Población

La población de estudio es el suelo de fundación del área expansión urbana de la localidad de El Tambo, se consideró cuatro (04) hectáreas en la parte nor - oeste.

3.3.3. Muestra

Para determinar el número mínimo de puntos de investigación tomando de referencia la norma E.050 la que menciona en su ítem 15.3.2. numeral b. que para “Habilitación urbana para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos el número de puntos de investigación debe ser de 3 por hectárea de terreno por habilitar”. El área de expansión urbana de la localidad Tambo tiene un área total cuatro (04) hectáreas, por lo cual se tomó 15 puntos de investigación.

3.3.4. Unidad de análisis

Comparación entre la resistencia al corte de los suelos de fundación obtenida mediante el método de compresión simple y mediante el método de penetración estándar (SPT), en la zona de expansión urbana de la localidad de El Tambo - Bambamarca - Hualgayoc – Cajamarca.

3.3.5. Definición de variables

- ✓ Resistencia al corte del suelo

3.4. Procedimiento

Procedimiento in situ.

- ✓ Levantamiento topográfico.
- ✓ Se determino y ubico los puntos de exploración (puntos de investigación)
- ✓ Se excavó las calicatas
- ✓ Se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT)
- ✓ Se recolecto muestras para los ensayos de: compresión simple, análisis granulométrico y límites de consistencia.
- ✓ Se realizo la descripción del perfil estratigráfico.

Procedimiento en laboratorio.

- ✓ Se realizo el ensayo de compresión de simple.
- ✓ Se ejecuto de ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia.

- ✓ Se procesó los datos de acuerdo a formatos elaborados.
- ✓ Se establecieron conclusiones y recomendaciones.

3.4.1. Procedimiento del cálculo de la resistencia al corte mediante un ensayo de compresión simple

A. Equipo Necesario

- ✓ Dispositivo de compresión
- ✓ Indicador de deformación (Dial Comparador)
- ✓ Cronómetro
- ✓ Balanza
- ✓ Equipo para determinar el contenido de humedad de un suelo como se especifica en la NTP 339.127.
- ✓ Herramientas para tallar y recortar especímenes, cápsulas para ensayos de humedad, hojas de cálculo, etc.

B. Procedimiento

La Norma Técnica Peruana 339.167 (2015), indica:

- ✓ Colocar el espécimen en el dispositivo de carga, centrado en la plataforma inferior.
- ✓ Ajustar cuidadosamente el dispositivo de carga para que solo haga contacto con el espécimen.
- ✓ Poner en cero el indicador de deformación.
- ✓ Aplicar la carga para generar una deformación axial de 0.5% a 2% por minuto.
- ✓ Registrar la carga, deformación y valores de tiempo a intervalos suficientes para definir la curva esfuerzo-deformación (generalmente de 10 a 15 puntos son suficientes).
- ✓ La razón de deformación debe seleccionarse para que el tiempo de falla no exceda los 15 minutos.
- ✓ Continuar cargando hasta que los valores de carga disminuyan con el incremento de la deformación o hasta llegar al 15% de deformación.
- ✓ Si se utilizan especímenes de ensayo sellados, reducir la razón de deformación si es necesario para obtener mejores resultados, y mencionarla en el informe.

- ✓ Determinar la humedad del espécimen usando el espécimen entero, a menos que se hayan obtenido recortes representativos para este propósito (por ejemplo, en el caso de especímenes inalterados).
- ✓ Indicar en el informe si la muestra para el ensayo de humedad fue obtenida antes o después del ensayo de corte.

NOTA: Los materiales blandos que puedan exhibir mayores deformaciones en la falla, deberán ser ensayados a mayores razones de deformación. A la inversa, los materiales rígidos o quebradizos que puedan mostrar pequeñas deformaciones en la falla deberán ser ensayados a menores razones de deformación.

- ✓ Efectuar un bosquejo o tomar una foto del espécimen de ensayo en la falla, mostrando el ángulo del plano de falla si es que el ángulo es medible.

3.4.2. Procedimiento del cálculo de la resistencia al corte mediante un ensayo de penetración estándar (SPT)

A. Equipo Necesario

- ✓ Equipo de Perforación.
- ✓ Varillas de Muestreo.
- ✓ Muestreador de Caña Partida.
- ✓ Ensamblaje de Caída-Peso
- ✓ Equipo Accesorio: Deberán proporcionarse etiquetas, contenedores, hojas de datos, de acuerdo con los requisitos del proyecto.

B. Procedimiento de perforación

La norma NTP 339.133 (1999, ed. rev. 2019), indica:

- ✓ El sondaje se realizará por incrementos para permitir el muestreo continuo o intermitente.
- ✓ Los intervalos y ubicaciones de ensayo son especificados por el ingeniero o geólogo, con intervalos típicamente de 5 pies (1,5 m) o menos en estratos homogéneos, realizando ensayos y muestreos en cada cambio de estrato.
- ✓ Se aceptará cualquier procedimiento de perforación que garantice una cavidad limpia y estable antes de introducir el muestreador, asegurando que el ensayo se realice en suelo esencialmente inalterado.

- ✓ El método de barreno continuo con eje hueco ha sido probado y considerado aceptable como procedimiento de perforación para obtener muestras de suelo de alta calidad.

C. Procedimiento de muestreo y ensayo

- ✓ Preparar el ensayo siguiendo una secuencia de operación específica después de avanzar el sondaje hasta la elevación deseada y remover los sobrantes de la excavación.
- ✓ Asegurar el muestreador de caña partida a las varillas de muestreo y bajarlas en el sondaje, evitando que el muestreador caiga al suelo.
- ✓ Colocar el martillo por encima y conectar el yunque a la parte superior de las varillas de muestreo antes de bajarlas a la perforación.
- ✓ Descansar el peso muerto del muestreador, varillas, yunque y peso de hinca en el fondo de la perforación y aplicar un golpe de asiento. En caso de muchos sobrantes en el fondo, remover el muestreador y las varillas y sacar los sobrantes.
- ✓ Marcar las varillas de perforación en incrementos sucesivos de 6 pulgadas (0.15 m) para observar el avance del muestreador bajo el impacto del martillo.
- ✓ Hincar el muestreador con golpes de martillo de 63.5 kg y contar el número de golpes aplicados a cada incremento de 0.15 m hasta que se cumplan las siguientes condiciones.
 - Un total de 50 golpes ha sido aplicado durante cualquiera de los tres incrementos de 6 pulgadas (0.15 m).
 - Se han aplicado un total de 100 golpes.
 - No se observa ningún avance del muestreador durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo.
 - El muestreador se avanza las 18 pulgadas (0.45 m) completas, sin que se cumpla alguna de las condiciones mencionadas anteriormente
- ✓ Registrar el número de golpes requerido para cada incremento de penetración de 6 pulgadas (0.15 m) o fracción, siendo la suma de los golpes del segundo y tercer incremento la "resistencia a la penetración estándar" o "valor de N".
- ✓ Anotar en el registro de sondaje el número de golpes para cada incremento completo o parcial de 6 pulgadas (0.15 m) y la profundidad de penetración para los incrementos parciales.

- ✓ Registrar la salida y bajada del martillo de 140 lb. (63.5 kg), asegurándose de realizar una operación de jalar y soltar la soga con ritmo y sin mantenerla en la parte superior del golpe.
- ✓ Llevar el muestreador a la superficie, abrirlo y registrar el porcentaje de recuperación o longitud de la muestra.
- ✓ Describir las muestras recuperadas, su composición, color, estratificación y condición, y colocar partes representativas en recipientes sellados e impermeables.
- ✓ Etiquetar los recipientes con la información relevante y proteger las muestras contra cambios extremos de temperatura.
- ✓ Si hay cambios de suelo dentro del muestreador, preparar un recipiente para cada estrato y anotar su ubicación en el muestreador.

3.4.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de la información

Las técnicas e instrumentos de recopilación de información utilizados en la presente tesis son:

- ✓ Revisión de información referente a los temas directamente relacionados, para lo cual se hizo uso de los diferentes tipos de bibliografía.
- ✓ Exploración y recolección de muestras del suelo en los puntos definidos.
- ✓ Ensayo de penetración estándar (SPT) en los puntos definidos.
- ✓ Las muestras recolectadas han sido conservadas y transportadas según los lineamientos especificados en la NTP 339.151 (Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de muestras de suelo).
- ✓ Ensayo de compresión simple en laboratorio.
- ✓ Ensayo de granulometría, contenido de humedad y límites de consistencia en laboratorio.

3.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de información

- ✓ Para la recolección de resultados de los ensayos se usó formatos pre establecidos y una libreta.
- ✓ Durante el procesamiento y análisis de información se usó formatos de ensayos de laboratorio, tablas y gráficos.

3.4.5. Equipos y materiales

- ✓ Equipo de Penetración Estándar (SPT).
- ✓ Tubos metálicos para recolección de muestras de compresión simple.
- ✓ Bandejas
- ✓ Balanzas con precisión de 0.01 g
- ✓ Estufa de laboratorio.
- ✓ Tamices.
- ✓ Copa de casa grande.
- ✓ Recipientes de metal para ensayos de contenido de humedad (taras).
- ✓ GPS Diferencial marca Trimble.

3.5. Análisis de datos y presentación de resultados

3.5.1. Puntos de investigación

Para fijar el número y ubicación de los puntos de investigación se realizó un levantamiento topográfico de área de estudio; dando un total de 15 calicatas (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14 y C15), ubicadas de tal manera que se cubrió el área de manera uniforme. Las coordenadas de las calicatas son:

Tabla 6: Cuadro de coordenadas de los puntos de investigación

Calicata	Coordenadas UTM – WGS84 17S	
	Este	Norte
C1	777999.4734	9251835.9492
C2	778027.6236	9251864.3669
C3	778055.7738	9251892.7846
C4	778046.8363	9251789.0322
C5	778074.9865	9251817.4499
C6	778103.1367	9251845.8676
C7	778094.6615	9251735.0773
C8	778122.7464	9251753.0003
C9	778134.5323	9251792.9188
C10	778191.6672	9251733.1347
C11	778188.6094	9251772.3521
C12	778185.5573	9251811.5669
C13	778259.2550	9251738.3983
C14	778256.2084	9251777.6104
C15	778253.1507	9251816.8278

3.5.2. Ensayo de contenido de humedad

El ensayo de contenido de humedad se realizó con la finalidad de determinar el % de humedad para las muestras obtenidas en el ensayo de penetración estándar (SPT) y en el ensayo de compresión simple, por consiguiente, se determinó la homogeneidad de condiciones bajo los cuales se desarrolló la investigación.

En caso de las muestras para el ensayo de penetración estándar se obtuvieron de suelo recogido en el muestreador estándar de media caña, para luego sellarlas herméticamente y puestas en un contenedor cerrado para su traslado al laboratorio. El contenedor se mantuvo fuera del contacto con el sol durante su traslado

Luego determinamos el contenido de humedad (w) de la muestra:

$$w(\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo sec al horno}} \times 100$$

Para el caso del ensayo de compresión simple las muestras de suelo para determinar el contenido de humedad se obtuvieron de los especímenes una vez realizado el ensayo.

Estos ensayos se han realizado para todas las calicatas, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 7: Resultado del ensayo de contenido de humedad

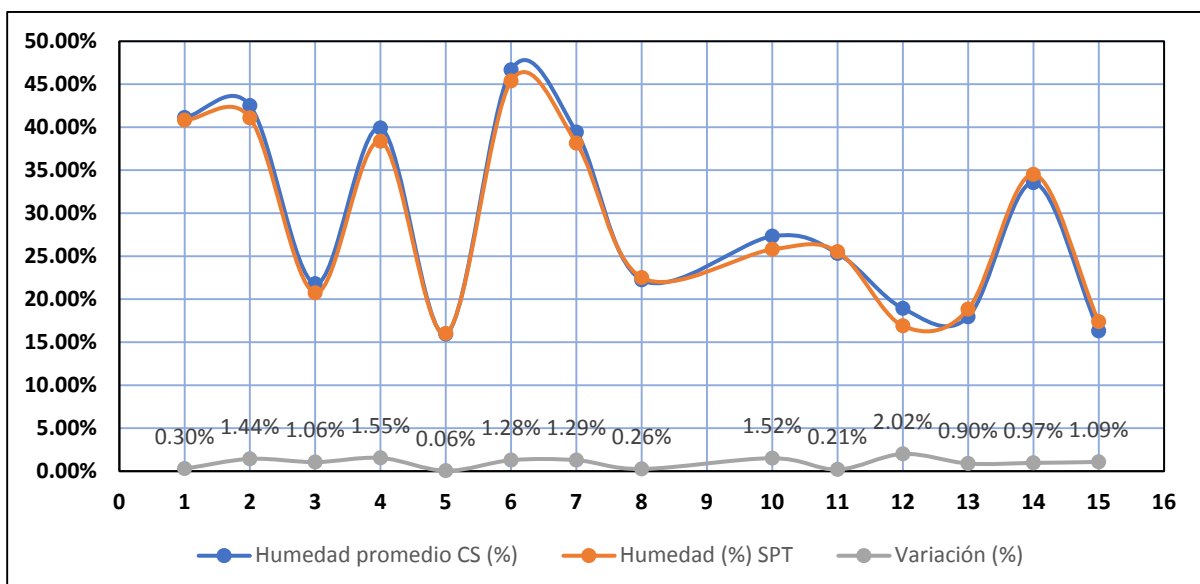
Calicata	Humedad Promedio Ensayo de Compresión Simple (%)	Humedad (%) Ensayo de penetración estándar SPT
C1	41.12%	40.82%
C2	42.52%	41.09%
C3	21.81%	20.74%
C4	39.91%	38.36%
C5	15.95%	16.01%
C6	46.67%	45.39%
C7	39.43%	38.15%
C8	22.24%	22.51%
C10	27.33%	25.81%
C11	25.32%	25.53%
C12	18.93%	16.91%
C13	17.94%	18.85%
C14	33.55%	34.52%
C15	16.30%	17.39%

A continuación, se muestra la variación del contenido de humedad de las muestras obtenidas de los ensayos de penetración estándar y de compresión simple.

Tabla 8: Variación del contenido de humedad

Calicata	Variación (%)	Nivel Freático
1	0.30%	No
2	1.44%	No
3	1.06%	No
4	1.55%	No
5	0.06%	No
6	1.28%	No
7	1.29%	No
8	0.26%	No
10	1.52%	No
11	0.21%	No
12	2.02%	No
13	0.90%	No
14	0.97%	No
15	1.09%	No
Mínimo	0.06%	-
Máximo	2.02%	-

Figura 8: Variación del contenido de Humedad en Calicatas



Como se puede observar en la tabla 7 y 8, y figura 8, se puede observar los resultados del contenido humedad entre las muestras obtenidas de los ensayos de compresión

simple y muestras obtenidas del ensayo de penetración estándar. Asimismo, la variación del contenido de humedad entre muestras de ambos ensayos esta entre 0.06% y 2.02%.

3.5.3. Ensayos de Análisis granulométricos

Para determinar el análisis granulométrico se ha recogido muestras de suelo en el mismo estrato donde se realizó el ensayo de penetración estándar y la recolección de muestras para el ensayo de compresión simple (profundidad: 2.15 a 2.45 metros). La muestra recogida fue secada al aire y posteriormente secamos al horno la muestra a una temperatura de 110 ± 5 °C. Luego mediante el cuarteo de muestras se seleccionó la cantidad de suelo en función al tamaño máximo de partícula mencionado en la norma NTP 339.128 (ASTM D422). De la muestra seleccionada se procedió a lavar a chorro de agua en el tamiz N° 200 con la finalidad de quitarle todos los finos. Después de lavar todo el material, secamos al horno la muestra a una temperatura de una temperatura de 110 ± 5 °C. Finalmente realizamos el tamizado, utilizando una serie de tamices, anotando la cantidad total y la cantidad retenida en cada tamiz.

Con los resultados del tamizado, se realizó el grafico, para lo cual se uso lo planteado en la norma NTP 339.128 (ASTM D422) la cual menciona que debe hacerse un gráfico de los resultados de la prueba, ploteando los diámetros de las partículas en una escala logarítmica como abscisa y los porcentajes más pequeños que los diámetros correspondientes en una escala aritmética en la ordenada.

Finalmente procedemos a determinar el porcentaje de gravas, arenas y finos en función a la norma NTP 339.128 (ASTM D422).

- ✓ Grava, pasando 75 mm y retenida en la malla N°4.
- ✓ Arena, pasando la N° 4 y retenida en la malla N° 200.
- ✓ Finos (Limo y arcilla), pasando la malla N° 200.

3.5.4. Límites de consistencia y clasificación de suelos

Para determinar el límite líquido, el límite plástico y por consiguiente el índice pastico, se ha realizado los ensayos correspondientes en concordancia de la norma NTP 339.129 (ASTM D4318).

- ✓ Se selecciona suficiente suelo para obtener una muestra de 150g a 200g que pase el tamiz de 425 μm (N°40), después de procesado.
- ✓ La muestra se seca a temperatura ambiente hasta que los terrones de suelo se pulvericen con facilidad.
- ✓ Se pulveriza la muestra con un mazo de punta de goma y luego se separa por un tamiz de 425 μm (N°40), para obtener la fracción más fina.
- ✓ Se coloca el material remanente luego del tamizado en un plato y se sumerge en agua, agitándolo para separar los finos. Se reduce el contenido de agua mediante decantación y se mezcla el material que pasa el tamiz de 425 μm (N°40), usando una espátula.
- ✓ Se realiza el ensayo para determinar el límite líquido, contando el número de golpes necesarios para cerrar la ranura en la copa de Casagrande.
- ✓ Se representa gráficamente la relación entre el número de golpes y el contenido de humedad para determinar el límite líquido.
- ✓ Para determinar el límite plástico, se toma una porción de 20g de suelo y se enrolla en un hilo de 3,2 mm de diámetro. Se repite el proceso de enrollado hasta que el suelo se desmenuce o presente fisuras. Se pesa (un total mayor a 6g) y se determina el contenido de humedad del suelo. Finalmente, el límite plástico se calcula como el promedio del contenido de humedad de realizar dos ensayos con el procedimiento mencionado.
- ✓ El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, según la norma NTP 339.129 (ASTM D4318).

$$\text{Índice plástico} = \text{Límite Líquido} - \text{Límite plástico}$$

En la tabla 9, se muestra las propiedades físicas de los suelos de fundación como son el análisis granulométrico y los límites de consistencia, en la zona de estudio. Se realizó la clasificación de suelos utilizando El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en los 15 puntos de investigación.

Tabla 9: Resultados de los ensayos de Análisis granulométricos, Límites de consistencia y clasificación de suelos

Calicata	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Muestra	C-1-E-1	C-2-E-2	C-3-E-1	C-4-E-1	C-5-E-1	C-6-E-1	C-7-E-1	C-8-E-1	C-9-E-1	C-10-E-2	C-11-E-1	C-12-E-1	C-13-E-1	C-14-E-2	C-15-E-2
Tamiz N°	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa	% pasa
2"	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	-	-	-	-	-	-
1 1/2"	-	-	-	-	-	-	-	100.00	98.51	-	100.00	-	-	-	-
1"	-	-	-	-	-	-	-	99.07	78.49	-	98.69	-	-	-	-
3/4"	-	-	100.00	100.00	100.00	-	100.00	98.68	71.67	-	98.14	-	-	-	-
3/8"	-	-	96.88	97.51	93.42	-	99.22	96.88	64.88	100.00	95.59	100.00	100.00	-	100.00
N° 4	-	100.00	94.89	96.57	87.65	100.00	99.16	96.07	60.01	99.92	94.78	99.88	99.19	100.00	98.77
N° 10	100.00	99.96	92.87	95.95	83.98	99.98	98.72	95.26	55.81	99.87	93.45	99.62	97.71	99.99	97.04
N° 20	99.99	99.79	89.03	95.44	82.55	99.88	98.42	94.17	53.07	99.77	91.55	98.19	95.99	99.96	95.65
N° 40	99.92	98.80	77.47	95.02	81.74	99.49	98.19	93.19	51.72	99.62	89.51	95.28	92.78	99.92	94.64
N° 60	98.84	95.46	69.17	94.68	81.14	97.66	97.95	92.40	51.06	99.47	88.00	93.69	90.41	99.89	93.79
N° 140	75.68	85.63	61.50	94.09	80.35	88.50	97.50	90.92	50.32	98.98	85.51	92.65	88.69	99.77	92.36
N° 200	70.36	83.48	59.80	93.84	80.23	85.87	97.30	90.15	50.08	98.76	84.04	92.52	88.43	99.67	91.69
Límite Líquido	32%	57%	45%	71%	40%	57%	48%	70%	44%	58%	51%	49%	40%	70%	37%
Límite plástico	30%	27%	24%	30%	21%	39%	26%	29%	22%	29%	26%	30%	26%	30%	22%
Índice de plasticidad	2%	30%	21%	41%	19%	18%	22%	41%	22%	29%	25%	19%	14%	40%	15%
Clasificación SUCS	ML	CH	CL	CH	CL	MH	CL	CH	CL	CH	CH	ML	ML	CH	CL

3.5.5. Ensayos de compresión simple

Los ensayos de compresión simple se realizaron en concordancia a la norma NTP 339.167 (ASTM D2166). De los 15 puntos de investigación, en 13 de ellos se realizaron los ensayos con normalidad.

La Norma Técnica Peruana en NTP 339.167 menciona en su numeral 1.3 las excepciones en las cuales no puede obtenerse valores validos en este ensayo entre las cuales se encuentra los suelos estratificados, razón por la cual no vamos a considerar en los análisis de la resistencia al corte el valor obtenido en la calicata N° 13.

En otro punto de investigación el ensayo fue suspendido debido al tipo de suelo, el cual es un material granular (consistencia similar al afirmado), no fue posible extraer muestras para el ensayo de compresión simple, razón por la cual no vamos a considerar en los análisis de la resistencia al corte el valor obtenido en la calicata N°9.

Una vez recogidos los especímenes, se ha procedido a codificar la muestra y a señalar en la misma muestra el sentido de extracción de la muestra, esto porque el ensayo de compresión simple se hizo en el mismo sentido en la cual fue extraída.

En el laboratorio se procedió a cortar los extremos a fin de cuadrarlo, teniendo en cuenta que debe estar en la relación altura/diámetro de 2 a 2.5. Se registro los datos iniciales del espécimen como son el diámetro, la altura y peso. Luego, se colocó el espécimen en el dispositivo de carga, registrado los valores de carga y deformación, teniendo en cuenta que la deformación axial debe estar entre 0.5% a 2% por minuto. Se registro los datos de carga y deformación. Con los datos se calculó la resistencia a la compresión no confinada, la cual en la norma NTP 339.167 (2015) está definida como la máxima carga por unidad de área que puede resistir la muestra o la carga por unidad de área para un 15 % de la deformación axial según lo que ocurra primero durante la ejecución del ensayo.

Para la determinación de la resistencia al corte, se hizo el ensayo en tres muestras y se obtuvieron tres resultados. De estos tres resultados se tomó el promedio. Estos ensayos se repitieron para los especímenes de todas las calicatas, a continuación, veremos el procedimiento realizado.

Se registra todos los datos iniciales:

- ✓ Código de la muestra.
- ✓ Diámetro inicial y altura inicial.
- ✓ Peso inicial.

Con estos datos se calculó algunos parámetros:

$$\text{Área} = \frac{\pi * \text{Diámetro}^2}{4}$$

$$\text{Volumen} = \text{Área} * \text{Altura}$$

$$\text{Densidad húmeda} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

$$\text{Peso específico húmedo} = \text{Densidad húmeda} * 9.81$$

Se registro los valores de carga y deformación en una tabla, la deformación en milímetros (mm) y la carga en kg.

Teniendo los datos de carga y deformación, se procedió a determinar la deformación unitaria uniaxial, el área transversal promedio para la carga aplicada y por consiguiente el esfuerzo a la compresión.

Para calcular la deformación unitaria axial, ε_1 , se procedió de la siguiente manera:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Donde:

ΔL = Cambio en la longitud del espécimen según las lecturas del indicador de deformación, mm

L_0 = Longitud inicial del espécimen de ensayo, mm

Estos cálculos se realizaron para todas las deformaciones.

Se calculo el área transversal promedio para cada deformación, se procedió de la siguiente manera:

$$A = \frac{A_0}{1 - \varepsilon_1}$$

Donde:

A_0 = Área promedio inicial de la sección transversal del espécimen, cm^2

ε_1 = Deformación unitaria axial para la carga dada, %.

Para calcular el esfuerzo a la compresión, σ_c , para una carga aplicada se procedió se la siguiente manera.

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P= Carga aplicada dada, kg

A= Área promedio de la sección transversal correspondiente, cm^2

Estos cálculos se realizaron para todas las cargas aplicadas

Anotamos detalles bajo las cuales cuáles se realizó el ensayo:

- Tipo de muestra: Inalterada
- Relación de la muestra: H/D= 2
- Velocidad de deformación: 1.00 % min
- Observaciones: No se encontró nivel freático

Con los valores determinados para cada carga y deformación registrada, se realizó una gráfica que muestre la relación entre el esfuerzo de compresión (ordenadas) y la deformación unitaria axial (abscisas).

En el grafico Esfuerzo – Deformación, de cada espécimen se seleccionó el máximo valor del esfuerzo de compresión o el esfuerzo de compresión al 15% de la deformación axial (Resistencia a la compresión simple) según corresponda.

En cada punto de investigación, se realizó tres ensayos por ende tres resultados, escogiendo como resultado de la resistencia a la compresión simple el promedio de los tres valores.

Después de realizado cada ensayo de compresión simple, se calculó el contenido de humedad. Se promedió los valores del contenido de humedad de los especímenes.

El procedimiento descrito para el ensayo de compresión simple, se repitió para todos los especímenes y se determinó la resistencia a la compresión en cada punto de investigación cuyos resultados se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Resultados de Ensayo de Compresión Simple

Calicata	Profundidad (m)	Resistencia la compresión (kg/cm ²)	Humedad (%)	Densidad Húmeda (kg/m ³)	Densidad Seca (kg/m ³)	Resistencia la compresión promedio (kg/cm ²)	Resistencia al corte (kg/cm ²) Promedio	Clasificación SUCS	Humedad CS promedio (%)	Observaciones
1	Entre 2.15 m a 2.45 m	0.8045	40.37%	1726.67	1230.10	0.7910	0.3955	ML	41.12%	-
		0.7828	42.41%	1711.57	1201.89					
		0.7856	40.59%	1704.70	1212.53					
2	Entre 2.15 m a 2.45 m	0.3954	40.73%	1866.87	1326.57	0.3920	0.1960	CH	42.52%	-
		0.3882	45.18%	1812.32	1248.28					
		0.3926	41.65%	1862.39	1314.74					
3	Entre 2.15 m a 2.45 m	3.2316	22.13%	1973.37	1615.76	3.5225	1.7612	CL	21.81%	-
		3.5197	20.44%	2107.52	1749.89					
		3.8161	22.85%	2026.06	1649.27					
4	Entre 2.15 m a 2.45 m	0.8864	37.80%	1831.07	1328.76	0.8177	0.4088	CH	39.91%	-
		0.7432	43.76%	1789.90	1245.04					
		0.8234	38.17%	1954.31	1414.40					
5	Entre 2.15 m a 2.45 m	2.3725	16.58%	2085.10	1788.60	2.2027	1.1013	CL	15.95%	-
		2.0699	16.10%	2118.13	1824.46					
		2.1657	15.17%	2301.30	1998.24					
6	Entre 2.15 m a 2.45 m	0.8405	43.86%	1793.18	1320.53	0.8136	0.4068	MH	46.67%	-
		0.8297	48.14%	1821.28	1229.39					
		0.7705	48.01%	1843.78	1245.68					
7	Entre 2.15 m a 2.45 m	1.2283	36.26%	1793.18	1315.98	1.3430	0.6715	CL	39.43%	-
		1.4129	40.18%	1807.91	1289.69					
		1.3878	41.85%	1790.94	1262.54					

8	Entre 2.15 m a 2.45 m	0.7659	22.69%	2057.89	1677.25	0.8117	0.4059	CH	22.24%	-
		0.8147	22.51%	2088.98	1705.10					
		0.8547	21.52%	2094.89	1723.95					
9	Entre 2.15 m a 2.45 m	-	-	-	-	1.6368	0.8184	CH	27.33%	-
		1.6377	27.91%	1905.36	1489.58					
		1.7651	26.64%	1930.92	1524.76					
10	Entre 2.15 m a 2.45 m	1.5075	27.43%	1934.21	1517.83	1.5543	0.7772	CH	25.32%	-
		1.4444	24.97%	1946.17	1557.25					
		1.5087	25.40%	1990.86	1587.59					
11	Entre 2.15 m a 2.45 m	1.7099	25.59%	1971.87	1570.05	1.3297	0.6649	ML	18.93%	-
		1.3673	18.84%	1957.30	1647.06					
		1.3160	19.03%	1970.53	1655.47					
12	Entre 2.15 m a 2.45 m	1.3058	18.92%	1944.60	1635.15	-	-	-	-	-
		-	-	-	-					
		-	-	-	-					
13	Entre 2.15 m a 2.45 m	0.5646	35.30%	1750.58	1293.90	0.5365	0.2683	CH	33.55%	-
		0.5314	33.68%	1809.18	1353.34					
		0.5135	31.68%	1734.97	1317.59					
14	Entre 2.15 m a 2.45 m	2.4912	15.67%	2185.02	1888.94	2.6003	1.3001	CL	16.30%	-
		2.6022	17.68%	2142.27	1820.43					
		2.7074	15.56%	2184.79	1890.63					
15	Entre 2.15 m a 2.45 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-					
		-	-	-	-					

3.5.6. Ensayo de penetración estándar (SPT)

Para realizar este ensayo se realizó en concordancia con las normas NTP 339.133 y la ASTM D1586.

Para este ensayo se han determinado 15 puntos de investigación, de los cuales, en 14 puntos los ensayos fueron hechos con normalidad. En un punto de investigación (calicata n°9) se suspendió debido a que en el segundo incremento no se observó ningún avance del muestreador durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo.

Los datos para N_{SPT} obtenidos en campo y N_{60} se muestran en la tabla 11.

Tabla 11: Datos del ensayo de penetración estándar N_{SPT} , índices de corrección y N_{60}

N°	N (SPT)	Índices de corrección				$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$	Clasificación SUCS
		η_H	η_B	η_S	η_R		
C1	7	45	1	1	0.75	4	ML
C2	3	45	1	1	0.75	2	CH
C3	18	45	1	1	0.75	10	CL
C4	9	45	1	1	0.75	5	CH
C5	7	45	1	1	0.75	4	CL
C6	8	45	1	1	0.75	5	MH
C7	4	45	1	1	0.75	2	CL
C8	7	45	1	1	0.75	4	CH
C9	-	-	-	-	-	-	CL
C10	16	45	1	1	0.75	9	CH
C11	13	45	1	1	0.75	7	CH
C12	9	45	1	1	0.75	5	ML
C13	47	45	1	1	0.75	26	ML
C14	4	45	1	1	0.75	2	CH
C15	5	45	1	1	0.75	3	CL

Los valores para η_H , η_B , η_S y η_R han sido considerados de la tabla 3.

Tabla 12: Resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

N°	N (SPT)	N60	LL	LP	IP	Humedad (SPT)	Clasificación SUCS	Hettiarachchi y Brown (2009) - N _{SPT}		Sirvikaya (2009) - N _{SPT}		Sirvikaya (2009) - N ₆₀	
								Su (Kpa)	Su (kg/cm ²)	Su (Kpa)	Su (kg/cm ²)	Su (Kpa)	Su (kg/cm ²)
C1	7	4	32%	30%	2%	40.82%	ML	21.5250	0.2195	16.6089	0.1694	16.6988	0.1703
C2	3	2	57%	27%	30%	41.09%	CH	9.2250	0.0941	7.4049	0.0755	7.4691	0.0762
C3	18	10	45%	24%	21%	20.74%	CL	55.3500	0.5644	43.5753	0.4445	43.8860	0.4476
C4	9	5	71%	30%	41%	38.36%	CH	27.6750	0.2822	22.0652	0.2251	22.2388	0.2268
C5	7	4	40%	21%	19%	16.01%	CL	21.5250	0.2195	17.0683	0.1741	17.1598	0.1750
C6	8	5	57%	39%	18%	45.39%	MH	24.6000	0.2509	19.2468	0.1963	19.3395	0.1973
C7	4	2	48%	26%	22%	38.15%	CL	12.3000	0.1254	9.7112	0.0991	9.7822	0.0998
C8	7	4	70%	29%	41%	22.51%	CH	21.5250	0.2195	17.3738	0.1772	17.4671	0.1782
C9	-	-	44%	22%	22%	-	CL	-	-	-	-	-	-
C10	16	9	58%	29%	29%	25.81%	CH	49.2000	0.5017	38.8471	0.3962	39.1144	0.3990
C11	13	7	51%	26%	25%	25.53%	CH	39.9750	0.4076	31.5520	0.3218	31.7704	0.3241
C12	9	5	49%	30%	19%	16.91%	ML	27.6750	0.2822	21.8935	0.2233	21.9763	0.2242
C13	47	26	40%	26%	14%	18.85%	ML	144.5250	1.4738	113.3731	1.1564	114.2377	1.1652
C14	4	2	70%	30%	30%	34.52%	CH	12.3000	0.1254	10.0310	0.1023	10.0921	0.1029
C15	5	3	37%	22%	15%	17.39%	CL	15.3750	0.1568	12.1752	0.1242	12.2197	0.1246

En la tabla 12 se muestran los resultados de la resistencia al corte para el ensayo de penetración estándar (SPT), para esto se utilizó las correlaciones de Hettiarachchi y Brown, y de Sirvikaya.

3.5.7. Comparación de valores obtenidos por ambos métodos

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos realizados.

Tabla 13: Comparación de Resultados del Ensayo de Compresión Simple y SPT

Calicatas	A (kg/cm ²)	Clasificación SUCS	B (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)	D (kg/cm ²)
C1	0.40	ML	0.17	0.17	0.13
C12	0.66	ML	0.21	0.22	0.17
C6	0.41	MH	0.21	0.20	0.16
C2	0.20	CH	0.08	0.08	0.07
C4	0.41	CH	0.21	0.23	0.17
C8	0.41	CH	0.17	0.18	0.14
C10	0.82	CH	0.38	0.40	0.30
C11	0.78	CH	0.29	0.32	0.23
C14	0.27	CH	0.08	0.10	0.07
C3	1.76	CL	0.42	0.44	0.33
C5	1.10	CL	0.17	0.17	0.13
C7	0.67	CL	0.08	0.10	0.07
C15	1.30	CL	0.13	0.12	0.10

Donde:

- ✓ A: Resistencia al corte (kg/cm²) por Compresión Simple
- ✓ B: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N_{SPT} y la correlación de Hettiarachchi y Brown (2009)
- ✓ C: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N_{SPT} y la correlación de Sirvikaya (2009)
- ✓ D: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N₆₀ y la correlación de Sirvikaya (2009)

En la tabla 13 se muestra la resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple y el ensayo de penetración estándar, los resultados se han separado por tipo de suelo.

Tabla 14: Relación del ensayo de Compresión Simple y ensayo SPT

Calicatas	A (kg/cm ²)	Clasificación SUCS	B (kg/cm ²)	Relación 1 = A/B	C (kg/cm ²)	Relación 2 = A/C	D (kg/cm ²)	Relación 3 = A/D
C1	0.40	ML	0.17	2.36	0.17	2.33	0.13	3.07
C2	0.20	CH	0.08	2.34	0.08	2.60	0.07	2.89
C3	1.76	CL	0.42	4.21	0.44	3.96	0.33	5.31
C4	0.41	CH	0.21	1.96	0.23	1.82	0.17	2.42
C5	1.10	CL	0.17	6.59	0.17	6.33	0.13	8.24
C6	0.41	MH	0.21	1.95	0.20	2.07	0.16	2.48
C7	0.67	CL	0.08	8.03	0.10	6.78	0.07	10.06
C8	0.41	CH	0.17	2.43	0.18	2.29	0.14	2.97
C10	0.82	CH	0.38	2.17	0.40	2.07	0.30	2.73
C11	0.78	CH	0.29	2.66	0.32	2.41	0.23	3.33
C12	0.66	ML	0.21	3.18	0.22	2.98	0.17	4.00
C14	0.27	CH	0.08	3.21	0.10	2.66	0.07	3.96
C15	1.30	CL	0.13	10.37	0.12	10.47	0.10	13.02
Mínimo	0.20	-	0.08	1.95	0.08	1.82	0.07	2.42
Máximo	1.76	-	0.42	10.37	0.44	10.47	0.33	13.02
Media	0.71	-	0.20	3.96	0.21	3.75	0.16	4.96
Desv. m.	0.45	-	0.11	2.68	0.11	2.57	0.08	3.37

Donde:

- ✓ A: Resistencia al corte (kg/cm²) por Compresión Simple
- ✓ B: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N_{SPT} y la correlación de Hettiarachchi y Brown (2009)
- ✓ C: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N_{SPT} y la correlación de Sirvikaya (2009)
- ✓ D: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N₆₀ y la correlación de Sirvikaya (2009)

En la tabla 14 se muestra la resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple y el ensayo de penetración estándar, así como la relación que existe entre los resultados. También se muestra la desviación estándar lo que nos indica que tan disperso están los datos respecto a la media.

Tabla 15: Relación del ensayo de Compresión Simple y ensayo SPT de acuerdo al tipo de suelo

Calicata	A (kg/cm ²)	Clasificación SUCS	B (kg/cm ²)	Relación 1 = A/B	C (kg/cm ²)	Relación 2 = A/C	D (kg/cm ²)	Relación 3 = A/D
C1	0.40	ML	0.17	2.36	0.17	2.33	0.13	3.07
C12	0.66	ML	0.21	3.18	0.22	2.98	0.17	4.00
Media	0.53	-	0.19	2.77	0.20	2.66	0.15	3.53
Desv. m.	0.19	-	0.03	0.58	0.04	0.45	0.03	0.66
C6	0.41	MH	0.21	1.95	0.20	2.07	0.16	2.48
C2	0.20	CH	0.08	2.34	0.08	2.60	0.07	2.89
C4	0.41	CH	0.21	1.96	0.23	1.82	0.17	2.42
C8	0.41	CH	0.17	2.43	0.18	2.29	0.14	2.97
C10	0.82	CH	0.38	2.17	0.40	2.07	0.30	2.73
C11	0.78	CH	0.29	2.66	0.32	2.41	0.23	3.33
C14	0.27	CH	0.08	3.21	0.10	2.66	0.07	3.96
Media	0.48	-	0.20	2.46	0.22	2.31	0.16	3.05
Desv. m.	0.26	-	0.12	0.44	0.13	0.32	0.09	0.54
C3	1.76	CL	0.42	4.21	0.44	3.96	0.33	5.31
C5	1.10	CL	0.17	6.59	0.17	6.33	0.13	8.24
C7	0.67	CL	0.08	8.03	0.10	6.78	0.07	10.06
C15	1.30	CL	0.13	10.37	0.12	10.47	0.10	13.02
Media	1.21	-	0.20	7.30	0.21	6.88	0.16	9.16
Desv. m.	0.45	-	0.15	2.58	0.16	2.69	0.12	3.24

Donde:

- ✓ A: Resistencia al corte (kg/cm²) por Compresión Simple
- ✓ B: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N_{SPT} y la correlación de Hettiarachchi y Brown (2009)
- ✓ C: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N_{SPT} y la correlación de Sirvikaya (2009)
- ✓ D: Resistencia al corte del ensayo SPT (kg/cm²) utilizando el valor de N₆₀ y la correlación de Sirvikaya (2009)

En la tabla 15 se muestra la resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple y el ensayo de penetración estándar, así como la relación que existe entre los resultados por tipo de suelo. Se puede observar que la desviación estándar es mucho menor al agruparlo por tipo de suelo.

Figura 9: Comparación de la resistencia al corte según tipo de suelo

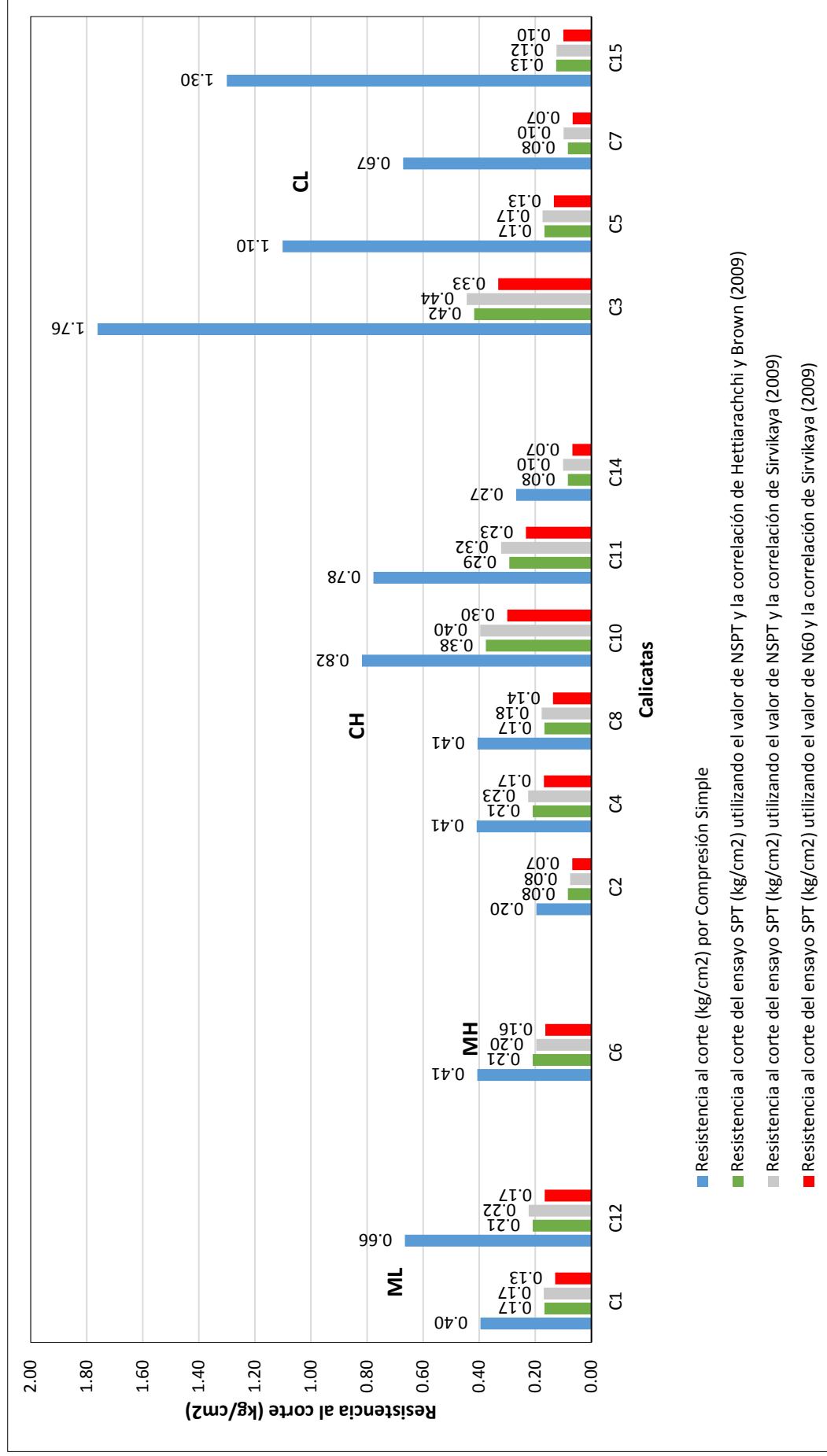
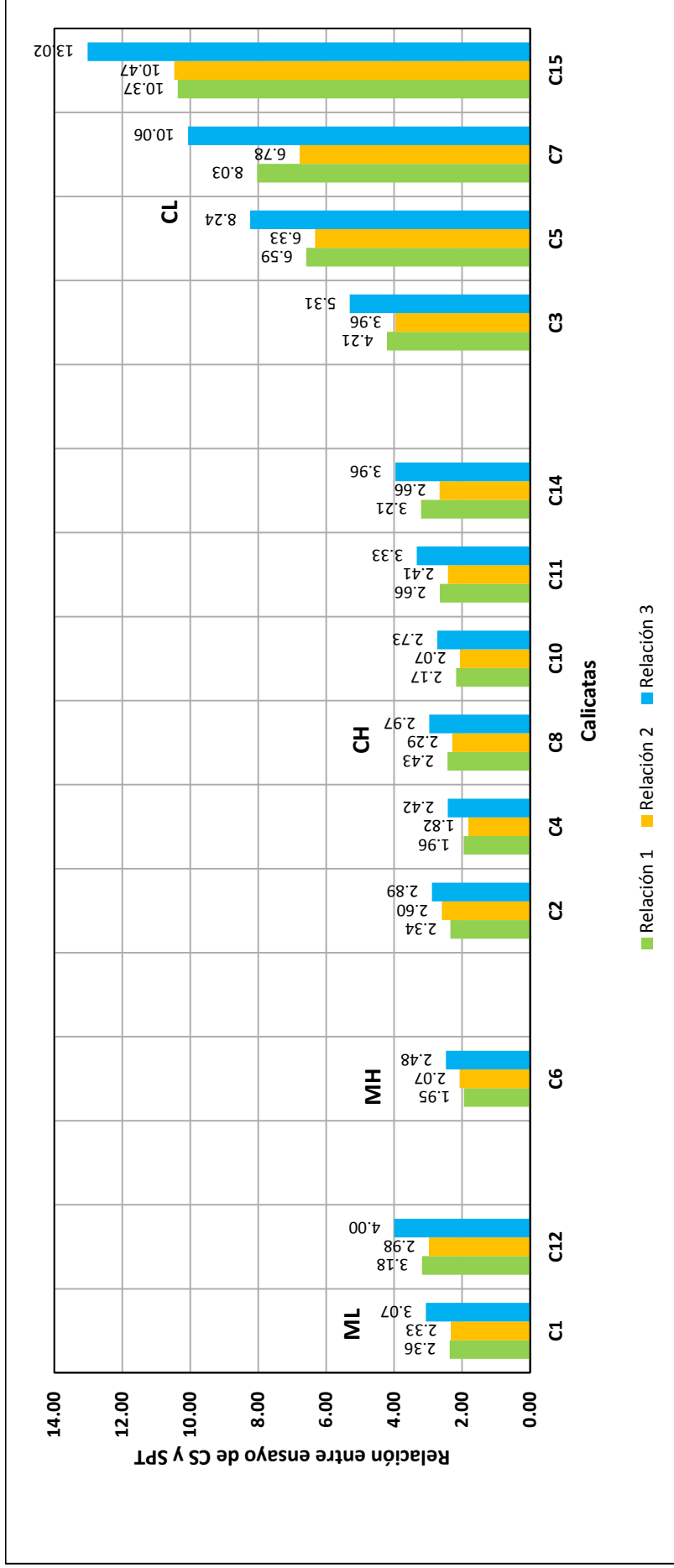


Figura 10: Relación de la resistencia al corte según tipo de suelo



- ✓ Relación 1= Relación de la resistencia a la corte calculada para el ensayo de compresión simple y para el ensayo SPT (utilizando la correlación de Hettiarachchi y Brown - 2009 - según N_{SPT})
- ✓ Relación 2= Relación de la resistencia a la corte calculada para el ensayo de compresión simple y para el ensayo SPT (utilizando la correlación de Sirvikaya - 2009 - según N_{SPT}).
- ✓ Relación 3= Relación de la resistencia a la corte calculada para el ensayo de compresión simple y para el ensayo SPT (utilizando la correlación de Sirvikaya -2009 - según N_{60}).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

4.1.1. Calicatas C1 al C15

- ✓ Los suelos del área de estudio tienen una clasificación en el sistema SUCS de MH, ML, CH y CL.
- ✓ La variación del contenido de humedad entre muestras tomadas en los ensayos de penetración estándar y los ensayos de compresión simple son entre 0.06% y 2.02 %.
- ✓ En dos calicatas no se pudo desarrollar el ensayo de compresión simple. La calicata 13 no fue considerada debido a que la norma NTP 339.167 menciona que no puede obtenerse valores válidos en los suelos estratificados. En la calicata N° 9 no fue posible extraer muestras para el ensayo de compresión simple debido que el suelo es un material granular (consistencia similar al afirmado).
- ✓ En la calicata 9 no se pudo desarrollar en ensayo de penetración estándar, esto debido a que en el segundo incremento no se observó ningún avance del muestreador durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo.
- ✓ Solo 13 puntos de investigación fueron considerados en el análisis.
- ✓ La resistencia al corte promedio mediante el ensayo de Compresión Simple varía entre 0.20 kg/cm² a 1.76 kg/cm².
- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009) varía entre 0.08 kg/cm² y 0.42 kg/cm². La resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple tiene una relación promedio de 3.96 veces la resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009), con una desviación estándar de 2.68.
- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} varía entre 0.08 kg/cm² y 0.44 kg/cm². La resistencia al corte mediante el ensayo de Compresión Simple tiene una relación promedio de 3.75 veces la resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) haciendo

uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} , con una con una desviación estándar de 2.57.

- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} varía entre 0.07 kg/cm^2 y 0.33 kg/cm^2 . La resistencia al corte mediante el ensayo de Compresión Simple tiene una relación promedio de 4.96 veces la resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} , con una desviación estándar de 3.37.

4.1.1. Calicatas C1 y C12

En la calicata C1 y C12, el tipo de suelo de acuerdo al sistema SUCS es “ML”, es decir limos de baja plasticidad y baja compresibilidad.

La Resistencia al corte mediante el ensayo de Compresión Simple es de 0.40 kg/cm^2 y de 0.66 kg/cm^2 , con una resistencia al corte promedio de 0.53 kg/cm^2 para las calicatas C1 y C12 respectivamente.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009) es de 0.17 kg/cm^2 y de 0.21 kg/cm^2 para las calicatas C1 y C12 respectivamente con una resistencia al corte promedio de 0.19 kg/cm^2 ; además, se tiene una relación de 2.77 con una desviación estándar de 0.58 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} es de 0.17 kg/cm^2 y 0.22 kg/cm^2 para las calicatas C1 y C12 respectivamente con una resistencia al corte promedio de 0.20 kg/cm^2 ; además, se tiene una relación de 2.66 con una desviación estándar de 0.45 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} es de 0.13 kg/cm^2 y 0.17 kg/cm^2 para las calicatas C1 y C12 respectivamente con una

resistencia al corte promedio de 0.15 kg/cm^2 ; además, se tiene una relación de 3.53 con una desviación estándar de 0.66 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

4.1.2. Calicata C6

En la calicata C6, el tipo de suelo de acuerdo al sistema SUCS es "MH", es decir limos de alta plasticidad y baja compresibilidad.

La Resistencia al corte mediante el ensayo de Compresión Simple es de 0.41 kg/cm^2 y de 0.66 kg/cm^2 .

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009) es de 0.21 kg/cm^2 ; además, se tiene una relación de 1.95 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} es de 0.20 kg/cm^2 ; además, se tiene una relación de 2.07 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} es de 0.16 kg/cm^2 ; además, se tiene una relación de 2.48 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

4.1.3. Calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14

En la calicata C2, C4, C8, C10, C11 y C14, el tipo de suelo de acuerdo al sistema SUCS es "CH", es decir arcillas de alta plasticidad y alta compresibilidad.

La Resistencia al corte mediante el ensayo de Compresión Simple es de 0.20 kg/cm^2 , 0.41 kg/cm^2 , 0.41 kg/cm^2 , 0.82 kg/cm^2 , 0.78 kg/cm^2 y 0.27 kg/cm^2 , con una resistencia al corte promedio de 0.48 kg/cm^2 para las calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14 respectivamente.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009) es de 0.08 kg/cm², 0.21 kg/cm², 0.17 kg/cm², 0.38 kg/cm², 0.29 kg/cm² y 0.08 kg/cm² para las calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14 respectivamente, con una resistencia al corte promedio de 0.20 kg/cm²; además, se tiene una relación de 2.46 con una desviación estándar de 0.44 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} es de 0.08 kg/cm², 0.23 kg/cm², 0.18 kg/cm², 0.40 kg/cm², 0.32 kg/cm² y 0.10 kg/cm² para las calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14 respectivamente, con una resistencia al corte promedio de 0.22 kg/cm²; además, se tiene una relación de 2.31 con una desviación estándar de 0.32 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} es de 0.07 kg/cm², 0.17 kg/cm², 0.14 kg/cm², 0.30 kg/cm², 0.23 kg/cm² y 0.07 kg/cm² para las calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14 respectivamente, con una resistencia al corte promedio de 0.16 kg/cm²; además, se tiene una relación de 3.05 con una desviación estándar de 0.54 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

4.1.4. Calicata C3, C5, C7 y C15

En la calicata C3, C5, C7 y C15, el tipo de suelo de acuerdo al sistema SUCS es "CL", es decir arcillas de baja plasticidad y baja compresibilidad.

La Resistencia al corte mediante el ensayo de Compresión Simple es de 1.76 kg/cm², 1.10 kg/cm², 0.67 kg/cm² y 1.30 kg/cm², con una resistencia a la corte promedio de 1.21 kg/cm² para las calicatas C3, C5, C7 y C15 respectivamente.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009) es de 0.42 kg/cm², 0.17 kg/cm², 0.08 kg/cm² y 0.13 kg/cm² para las calicatas C3, C5, C7 y C15

respectivamente, con una resistencia al corte promedio de 0.20 kg/cm²; además, se tiene una relación de 7.30 con una desviación estándar de 2.58 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} es de 0.44 kg/cm², 0.17 kg/cm², 0.10 kg/cm² y 0.12 kg/cm² para las calicatas C3, C5, C7 y C15 respectivamente, con una resistencia al corte promedio de 0.21 kg/cm²; además, se tiene una relación de 6.88 con una desviación estándar de 2.69 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} es de 0.33 kg/cm², 0.13 kg/cm², 0.07 kg/cm² y 0.10 kg/cm² para las calicatas C3, C5, C7 y C15 respectivamente, con una resistencia al corte promedio de 0.16 kg/cm²; además, se tiene una relación de 9.16 con una desviación estándar de 3.24 con respecto a la resistencia a la corte obtenida para el ensayo de compresión simple.

4.2. Contrastación de la hipótesis

Mediante los resultados obtenidos en las tablas 13, 14 y 15 se muestra que hay una relación entre los valores obtenidos mediante el método de compresión simple y entre el método de penetración estándar (SPT) mayor a 1.82 veces. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que señala que la resistencia al corte de los suelos de fundación obtenida mediante el método de compresión simple tiene una relación mayor que 1.50 veces el valor obtenido mediante el método de penetración estándar (SPT), en la zona de expansión urbana de la localidad de El Tambo - Bambamarca - Hualgayoc – Cajamarca.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple varía entre 0.20 kg/cm² a 1.76 kg/cm². Al agruparlo por tipos de suelos se tiene para el tipo ML una resistencia al corte de 0.53 kg/cm², para el tipo MH una resistencia al corte de 0.41 kg/cm², para el tipo CH una resistencia al corte de 0.48 kg/cm², y para el tipo CL una resistencia al corte de 1.21 kg/cm².
- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown (2009) varía entre 0.08 kg/cm² y 0.42 kg/cm². La resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple presenta una relación variable por tipo de suelo con respecto a la resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (usando la correlación planteada por Hettiarachchi y Brown - N_{SPT}). Para el tipo "ML" se tiene una relación de 2.77 con una desviación estándar de 0.58, para el tipo "MH" se tiene una relación de 1.95, para el tipo "CH" se tiene una relación de 2.46 con una desviación estándar de 0.44 y para el tipo "CL" se tiene una relación de 7.30 con una desviación estándar de 2.58.
- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{SPT} varía entre 0.08 kg/cm² y 0.44 kg/cm². La resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple presenta una relación variable por tipo de suelo con respecto a la resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (usando la correlación planteada por Sirvikaya - N_{SPT}). Para el tipo "ML" se tiene una relación de 2.66 con una desviación estándar de 0.45, para el tipo "MH" se tiene una relación de 2.07, para el tipo "CH" se tiene una relación de 2.31 con una desviación estándar de 0.32 y para el tipo "CL" se tiene una relación de 6.88 con una desviación estándar de 2.69.
- ✓ La resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) y haciendo uso de la correlación planteada por Sirvikaya (2009) utilizando el valor de N_{60} varía entre 0.07 kg/cm² y 0.33 kg/cm². La resistencia al corte mediante el ensayo de compresión simple presenta una relación variable por tipo de suelo con respecto a la resistencia al corte mediante el ensayo de penetración estándar (usando la correlación planteada por Sirvikaya - N_{60}). Al analizarlo por tipo de

suelos se tiene que, para el tipo "ML" se tiene una relación de 3.53 con una desviación estándar de 0.66, para el tipo "MH" se tiene una relación de 2.48, para el tipo "CH" se tiene una relación de 3.05 con una desviación estándar de 0.54 y para el tipo "CL" se tiene una relación de 9.16 con una desviación estándar de 3.24.

- ✓ Los suelos de fundación en la zona de expansión urbana de la parte nor-oeste de la ciudad El Tambo presentan una clasificación en el sistema SUCS de limos de baja plasticidad y baja compresibilidad "ML" (Calicatas C1 y C12), limos de alta plasticidad y alta compresibilidad "MH" (Calicata C6), Arcillas de baja plasticidad y baja compresibilidad "CL" (Calicatas C3, C5, C7 y C15) y Arcillas de alta plasticidad y alta compresibilidad "CH" (Calicatas C2, C4, C8, C10, C11 y C14).

5.2.RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar estudios haciendo el uso del método de penetración estándar y compresión simple a diferentes profundidades y en mayor número de puntos, para tener mayor número de muestras de acuerdo al tipo de suelo teniendo así un análisis más completo y estableciendo una mejor relación para cada tipo.
- ✓ Realizar la investigación con otro tipo de ensayos como el de corte directo y Triaxial No Drenado No Consolidado (UU), para realizar la comparación con los ensayos de penetración estándar y ensayos de compresión simple.
- ✓ Analizar el efecto en la resistencia al corte de suelo en el ensayo de penetración estándar de las características de suelo como el contenido de humedad, límite líquido, índice de plasticidad, entre otro de acuerdo al tipo de suelo, con la finalidad de determinar correlaciones más aproximadas de acuerdo al tipo de suelo.
- ✓ Analizar factores de corrección en el ensayo de compresión simple en función las características físicas de los suelos de fundación (humedad, límites de consistencia, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Mendivil Padilla, P; Saavedra Jimenez, M. . 2016. Correlación entre los métodos de compresión confinada y corte directo en suelos cohesivos, del sector El Rodeo en Cartagena. Cartagena de Indias D. T. y C. - Colombia, Universidad de Cartagena.
- ❖ Carmona Álvarez, J. . 2014. Estudio de resultados Ensayo de Penetración Estándar (SPT) para el Factor de Corrección (CN) y el Ángulo de Fricción (ϕ) del suelo usando diferentes tipos de correlaciones. Bogotá, Universidad Católica de Colombia.
- ❖ 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, Vol.16. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/231336983_SPT_capability_to_estimate_undrained_shear_strength_of_fine_grained_soils_of_Tehran_Iran
- ❖ Fernández Muñoz, W. . 2015. Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad universitaria - Universidad Nacional de Cajamarca - 2014. Cajamarca - Perú, Universidad Nacional de Cajamarca - Escuela de Postgrado.
- ❖ Fernández Gálvez, R. . 2015. Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los Ensayos SPT Y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes Tumbes. Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca - Escuela De Postgrado.
- ❖ Castrejón Ramírez, A. . 2018. Determinación de los parámetros geotécnicos mediante Ensayo de Penetración Estándar y Corte Directo en la habilitación urbana Fundo La Peña – Lambayeque - 2018. Pimentel - Perú, Universidad Señor de Sipán.
- ❖ Braja M, D. . 2012. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7 ed. California, Estados Unidos, Ciengage Larning.
- ❖ Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C; Bautista Lucio, P. . 2010. Metodología de la Investigación. 5 ed. México D.F, McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A.
- ❖ Marroquín Peña, R. . 2012. Metodología de la Investigación. [Diapositivas de Power Point]. Recuperado el 26 de noviembre del 2022 de:
<https://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESSION-4-METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>
- ❖ Geotecnia y mecánica de suelos ABC .2021. (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2023. Disponible en <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/glosario/cohesion-suelo/>.
- ❖ Juarez Badillo, E. y Rico Rodriguez, A. (1973). Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos. 2nd ed. Mexico: Editorial Limusa.
- ❖ Terzaghi, K; Peck, R. . 1978. Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. 2 ed. Barcelona, El Ateneo S.A.
- ❖ Whitlow, R. 1995. Basic solid mechanics. 3 ed. Estados Unidos. Longman Group.

- ❖ Duque Escobar, G; Escobar Potes, C. . 2002. Mecánica de suelos. 1 ed. Manizales, Colombia, s.e.
- ❖ Wood Taylor, D. . 1961. Principios fundamentales de mecánica de suelos. 1 ed. en español. México, Continental S.A.
- ❖ Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. 1998. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. NTP 339.127. 1 ed. Lima, Perú. Indecopi.
- ❖ Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. 2015. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos. NTP 339.167. 1 ed. Lima, Perú. Indecopi.
- ❖ Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. 2019. Método de ensayo de penetración estándar SPT. NTP 339.133. 1 ed. Lima, Perú. Indecopi.
- ❖ Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. 2019. Símbolos, unidades, terminología y definiciones. NTP 339.136. 1 ed. Lima, Perú. Indecopi.
- ❖ Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. 2019 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).. NTP 339.134. 1 ed. Lima, Perú. Indecopi.
- ❖ ASTM (American Society for Testing and Materials). 2017. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). ASTM D2487-17. Consultado el 10 de octubre del 2022, de <https://www.astm.org/Standards/D2487.htm>
- ❖ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2018. Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.050. Lima, Perú. Diario oficial El Peruano.
- ❖ Cámara Peruana de la construcción. 2018. Nueva iniciativa de CAPECO por la construcción responsable: Construyendo formalidad.

PANEL FOTOGRÁFICO

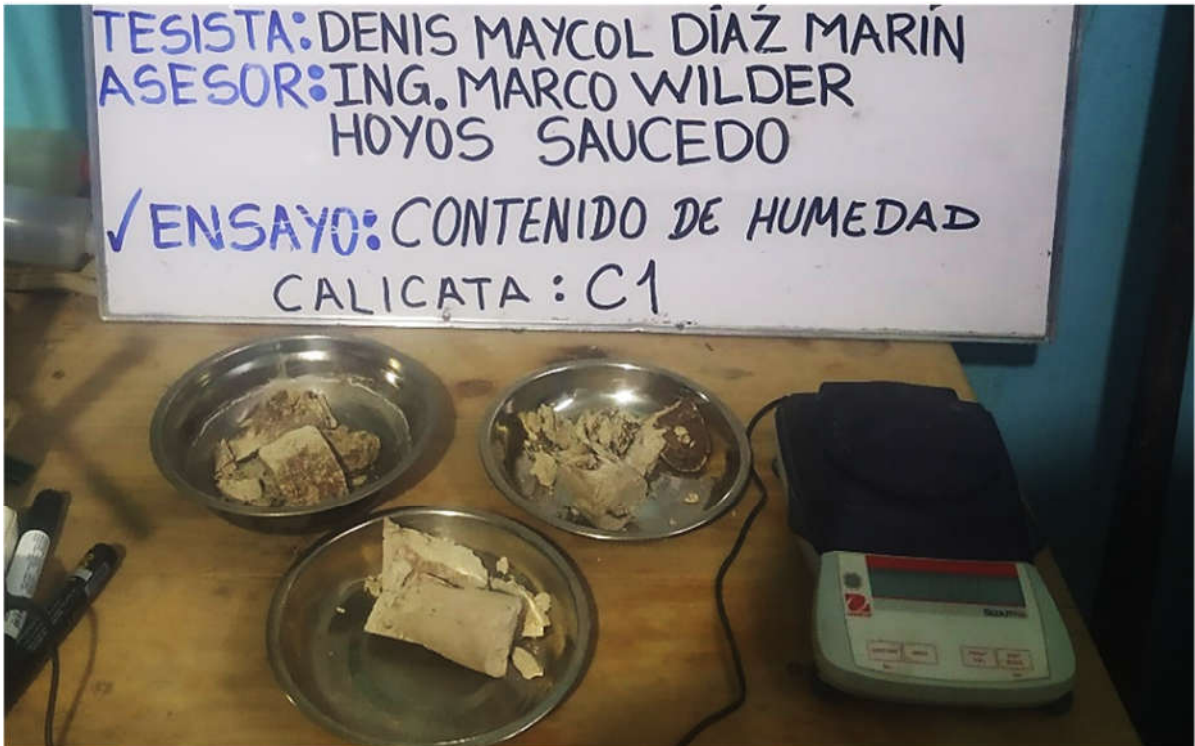
Fotografía N°1: Levantamiento Topográfico



Fotografía N°2: Ensayo de compresión simple - Calicata N° 1



Fotografía N°3: Ensayo de contenido de humedad – Calicata N° 1



Fotografía N°4: Ensayo penetración estándar (SPT) – Calicata N° 2



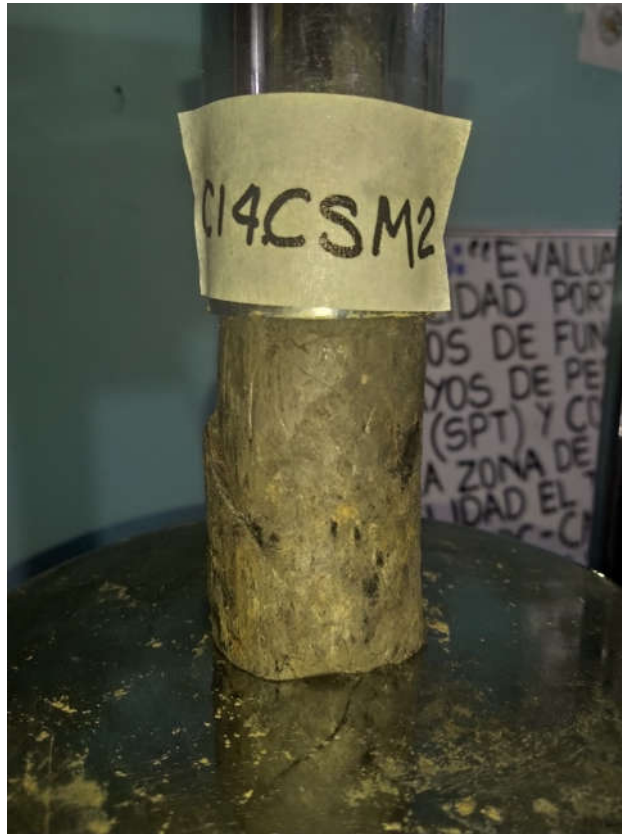
Fotografía N°5: Ensayo de Límite Líquido - Calicata N° 4



Fotografía N°6: Ensayo de Límite Plástico - Calicata N° 4



Fotografía N°7: Ensayo de compresión simple - Calicata N° 14



Fotografía N°8: Ensayo de compresión simple- Calicata N° 15



ANEXOS

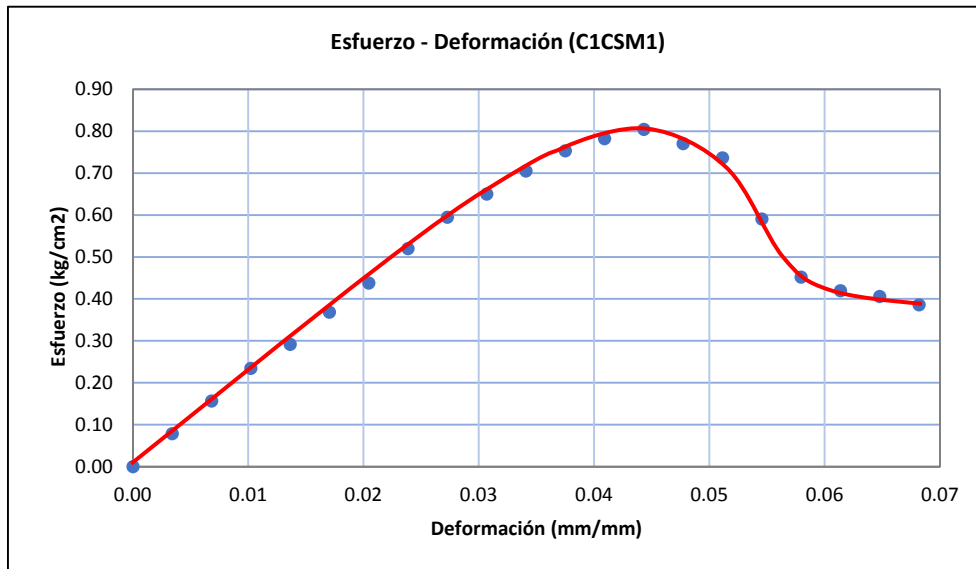
ANEXO 1: ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

Anexo 1.A. Compresión Simple

Ensayo:	ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)				Fecha:	nov-22	
TESIS:	"Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"						
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA						
CALICATA N°:	C1						
COORDENADAS	ESTE: 777999.4734	NORTE: 9251835.9492	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARA N°	D8						
Peso de la tara (g):	56.50	Contenido de humedad %:	40.37%				
Peso muestra húmeda + tara (g):	288.01	Peso específico húmedo:	16938.63	N/m3			
Peso muestra seca + tara (g):	221.43	Peso específico seco:	12067.25	N/m3			
Peso de agua (g):	66.58	Densidad húmeda:	1726.67	kg/m3			
Peso seco:	164.93	Densidad seca:	1230.10	kg/m3			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C1CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	231.04	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.2	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0787	0.1196
0.60	2.4	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1568	0.2383
0.90	3.6	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2343	0.3562
1.20	4.5	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.2919	0.4437
1.50	5.7	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3685	0.5601
1.80	6.8	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.4381	0.6659
2.10	8.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.5200	0.7904
2.40	9.3	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.5949	0.9043
2.70	10.2	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.6502	0.9884
3.00	11.1	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.7051	1.0718
3.30	11.9	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.7533	1.1450
3.60	12.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.7821	1.1889
3.90	12.8	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.8045	1.2229
4.20	12.3	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7703	1.1709
4.50	11.8	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7364	1.1193
4.80	9.5	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.5907	0.8979
5.10	7.3	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.4523	0.6875
5.40	6.8	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.4198	0.6381
5.70	6.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.4059	0.6171
6.00	6.3	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.3861	0.5869

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.00
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 11: Grafico esfuerzo Deformación Calicata N°1 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)=	0.8045	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°9: Ensayo de compresión simple Calicata N°1 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	65°
-----------------------------------	-----

Ensayo:	ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha:	nov-22
----------------	---	---------------	--------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: C1

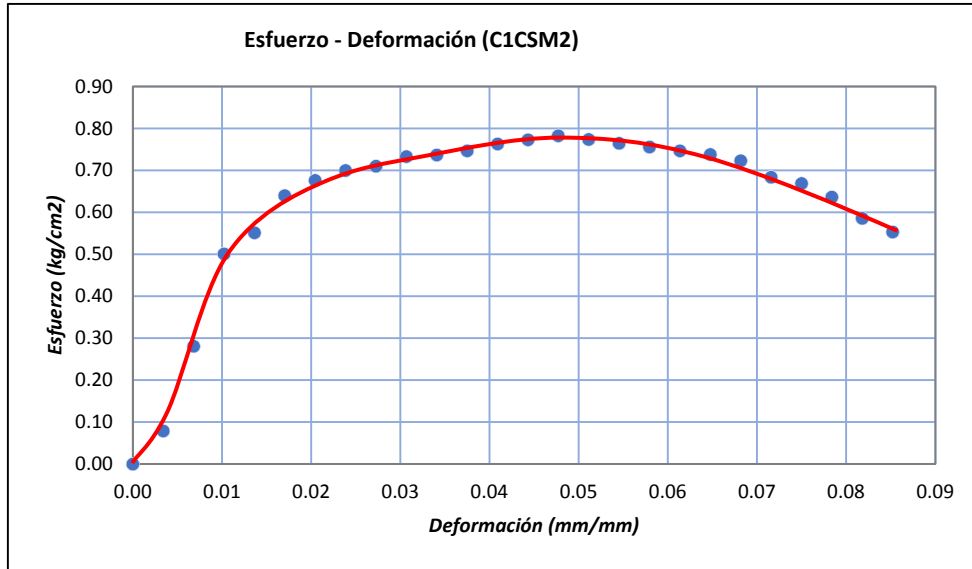
COORDENADAS ESTE: 777999.4734 NORTE: 9251835.9492 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C11		
Peso de la tara (g):	57.03	Contenido de humedad %:	42.41%
Peso muestra húmeda + tara (g):	285.01	Peso específico húmedo:	16790.53 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	217.12	Peso específico seco:	11790.49 N/m3
Peso de agua (g):	67.89	Densidad húmeda:	1711.57 kg/m3
Peso seco:	160.09	Densidad seca:	1201.89 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C1CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	229.02
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	0.5	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0328	0.0498
0.60	4.3	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2809	0.4269
0.90	7.7	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.5012	0.7619
1.20	8.5	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.5514	0.8381
1.50	9.9	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.6400	0.9728
1.80	10.5	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.6764	1.0282
2.10	10.9	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.6997	1.0636
2.40	11.1	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.7101	1.0794
2.70	11.5	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.7331	1.1144
3.00	11.6	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.7369	1.1201
3.30	11.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.7469	1.1354
3.60	12.1	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.7632	1.1601
3.90	12.3	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.7731	1.1751
4.20	12.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7828	1.1900
4.50	12.4	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7738	1.1762
4.80	12.3	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7648	1.1625
5.10	12.2	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7559	1.1489
5.40	12.1	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.7469	1.1354
5.70	12.0	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.7381	1.1219
6.00	11.8	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.7231	1.0992
6.30	11.2	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.6839	1.0395
6.60	11.0	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.6692	1.0172
6.90	10.5	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.6364	0.9674
7.20	9.7	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.5857	0.8903
7.50	9.2	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.5535	0.8413

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.00
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 12: Grafico esfuerzo Deformación Calicata N°1 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (q_u)=

0.7828

kg/cm²

Fotografía N°10: Ensayo de compresión simple Calicata N°1 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=

52°

Ensayo:	ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha:	nov-22
----------------	---	---------------	--------

Tesis:	"Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"
---------------	--

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
-------------------	---

CALICATA N°:	C1
---------------------	-----------

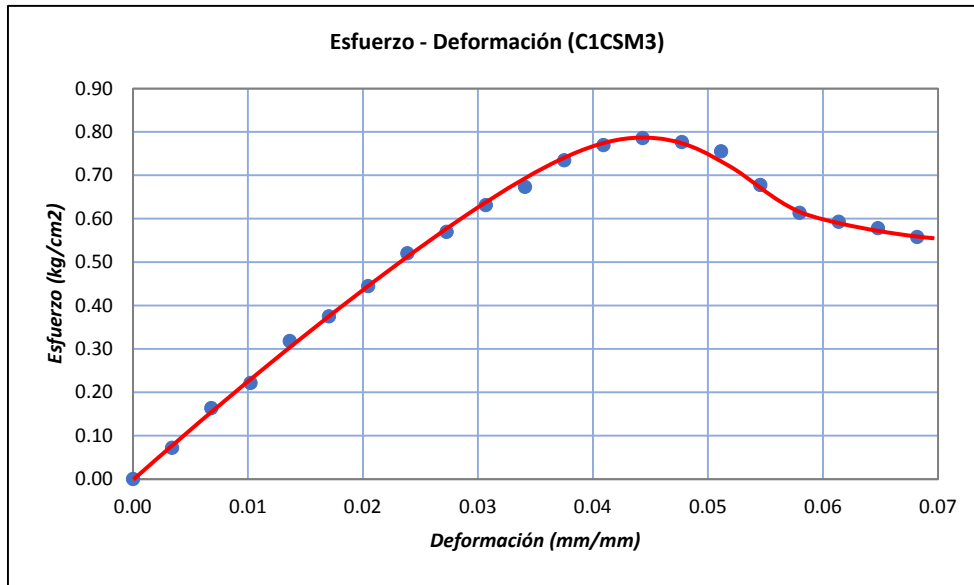
COORDENADAS	ESTE: 777999.4734	NORTE: 9251835.9492	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m
--------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C16		
Peso de la tara (g):	50.46	Contenido de humedad %:	40.59%
Peso muestra húmeda + tara (g):	242.52	Peso específico húmedo:	16723.08 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	187.07	Peso específico seco:	11988.56 N/m3
Peso de agua (g):	53.95	Densidad húmeda:	1704.70 kg/m3
Peso seco:	136.61	Densidad seca:	1222.08 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C1CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	228.10
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.1	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0721	0.1096
0.60	2.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1633	0.2482
0.90	3.4	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2213	0.3364
1.20	4.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.3179	0.4832
1.50	5.8	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3749	0.5699
1.80	6.9	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.4445	0.6757
2.10	8.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.5200	0.7904
2.40	8.9	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.5694	0.8654
2.70	9.9	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.6311	0.9593
3.00	10.6	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.6734	1.0235
3.30	11.6	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.7343	1.1161
3.60	12.2	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.7695	1.1697
3.90	12.5	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.7856	1.1942
4.20	12.4	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7766	1.1804
4.50	12.1	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7551	1.1478
4.80	10.9	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.6778	1.0302
5.10	9.9	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.6134	0.9323
5.40	9.6	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.5926	0.9008
5.70	9.4	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.5782	0.8788
6.00	9.1	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.5577	0.8477

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.00
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 13: Grafico esfuerzo Deformación Calicata N°1 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	0.7856	kg/cm ²
--	--------	--------------------

Fotografía N°11: Ensayo de compresión simple Calicata N°1 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	64°	
----------------------------	-----	--

Ensayo:	ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha:	nov-22
----------------	---	---------------	--------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: C2

COORDENADAS ESTE: 778027.6236 NORTE: 9251864.3669 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA N°	C17			
Peso de la tara (g):	50.21	Contenido de humedad %:	40.73%	
Peso muestra húmeda + tara (g):	302.06	Peso específico húmedo:	18314.01	N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	229.17	Peso específico seco:	13013.60	N/m3
Peso de agua (g):	72.89	Densidad húmeda:	1866.87	kg/m3
Peso seco:	178.96	Densidad seca:	1326.57	kg/m3

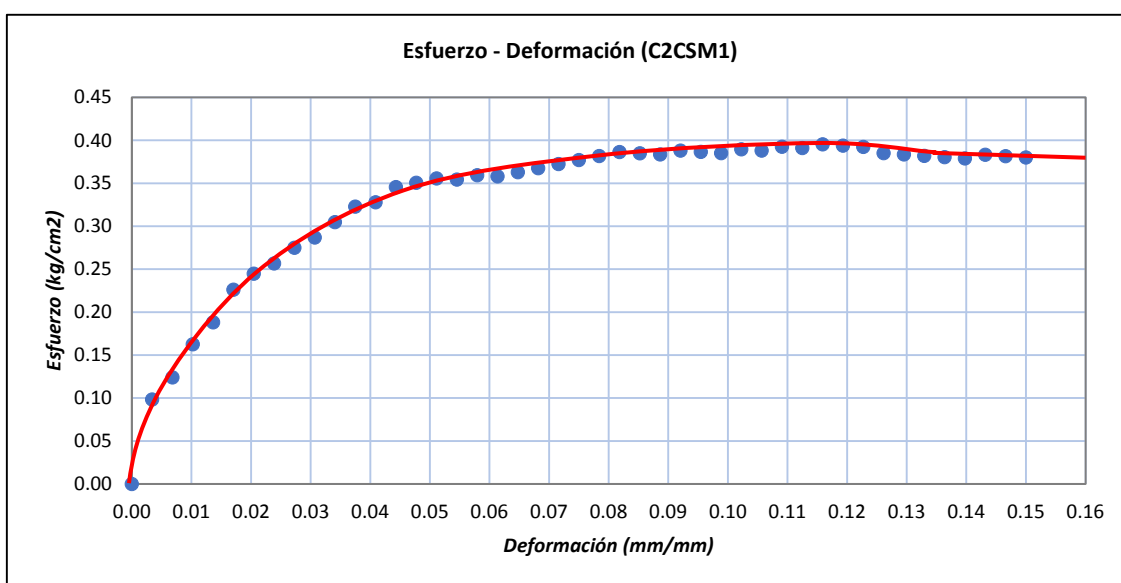
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C2CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	249.80	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.5	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0983	0.1494
0.60	1.9	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1241	0.1886
0.90	2.5	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1627	0.2474
1.20	2.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.1881	0.2860
1.50	3.5	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.2263	0.3439
1.80	3.8	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.2448	0.3721
2.10	4.0	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.2568	0.3903
2.40	4.3	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.2751	0.4181
2.70	4.5	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.2869	0.4361
3.00	4.8	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.3049	0.4635
3.30	5.1	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.3228	0.4907
3.60	5.2	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.3280	0.4986
3.90	5.5	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.3457	0.5255
4.20	5.6	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.3507	0.5331
4.50	5.7	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.3557	0.5407
4.80	5.7	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.3544	0.5387
5.10	5.8	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.3593	0.5462
5.40	5.8	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.3580	0.5442
5.70	5.9	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.3629	0.5516
6.00	6.0	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.3677	0.5589
6.30	6.1	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.3725	0.5661
6.60	6.2	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.3772	0.5733
6.90	6.3	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.3818	0.5804
7.20	6.4	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.3865	0.5874
7.50	6.4	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.3850	0.5853
7.80	6.4	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.3836	0.5831
8.10	6.5	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.3881	0.5900
8.40	6.5	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.3867	0.5878
8.70	6.5	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.3852	0.5856
9.00	6.6	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.3897	0.5923
9.30	6.6	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.3882	0.5901
9.60	6.7	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.3926	0.5967
9.90	6.7	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.3911	0.5944
10.20	6.8	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.3954	0.6010
10.50	6.8	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.3939	0.5987

10.80	6.8	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.3923	0.5964
11.10	6.7	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.3851	0.5853
11.40	6.7	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.3836	0.5830
11.70	6.7	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.3821	0.5807
12.00	6.7	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.3805	0.5785
12.30	6.7	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.3790	0.5762
12.60	6.8	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.3832	0.5824
12.90	6.8	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.3817	0.5801
13.20	6.8	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.3801	0.5778

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 14: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°2 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.3954 kg/cm2

Fotografía N°12: Ensayo de compresión simple Calicata N°2 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla= 49°

Ensayo:	ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
----------------	---	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: C2

COORDENADAS ESTE: 778027.6236 NORTE: 9251864.3669 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C13		
Peso de la tara (g):	54.39	Contenido de humedad %:	45.18%
Peso muestra húmeda + tara (g):	297.11	Peso específico húmedo:	17778.82 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	221.57	Peso específico seco:	12245.64 N/m3
Peso de agua (g):	75.54	Densidad húmeda:	1812.32 kg/m3
Peso seco:	167.18	Densidad seca:	1248.28 kg/m3

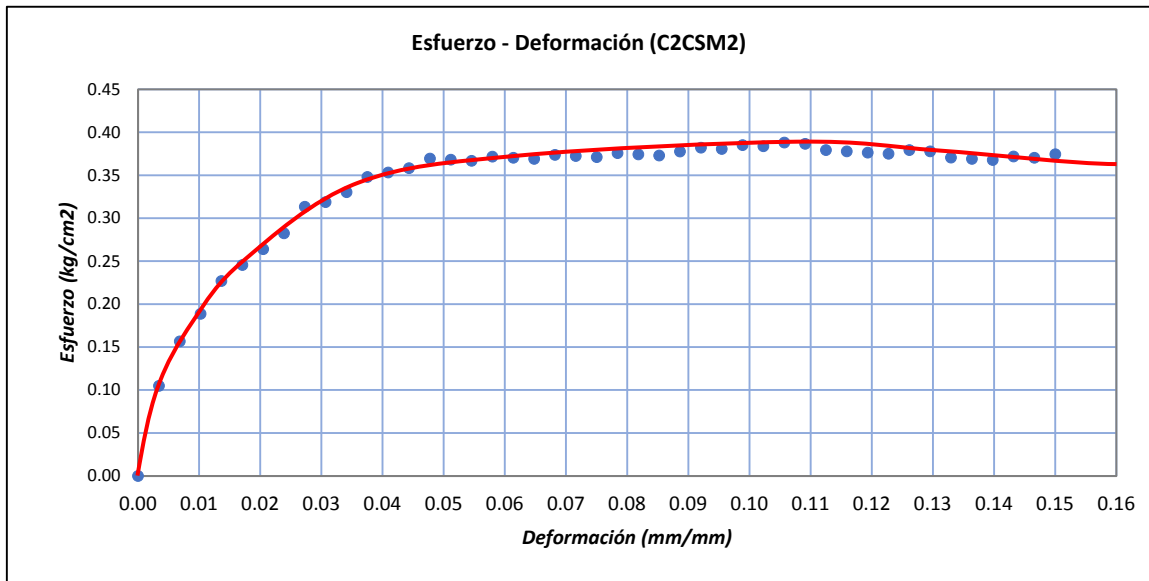
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C2CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	242.50	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.6	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1049	0.1594
0.60	2.4	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1568	0.2383
0.90	2.9	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1888	0.2869
1.20	3.5	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.2270	0.3451
1.50	3.8	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.2457	0.3734
1.80	4.1	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.2641	0.4015
2.10	4.4	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.2825	0.4294
2.40	4.9	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.3135	0.4765
2.70	5.0	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.3187	0.4845
3.00	5.2	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.3303	0.5021
3.30	5.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.3482	0.5292
3.60	5.6	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.3532	0.5369
3.90	5.7	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.3583	0.5446
4.20	5.9	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.3695	0.5617
4.50	5.9	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.3682	0.5596
4.80	5.9	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.3669	0.5576
5.10	6.0	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.3717	0.5650
5.40	6.0	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.3704	0.5630
5.70	6.0	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.3690	0.5610
6.00	6.1	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.3738	0.5682
6.30	6.1	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.3725	0.5661
6.60	6.1	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.3711	0.5641
6.90	6.2	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.3758	0.5712
7.20	6.2	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.3744	0.5691
7.50	6.2	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.3730	0.5670
7.80	6.3	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.3776	0.5740
8.10	6.4	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.3822	0.5809
8.40	6.4	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.3807	0.5787
8.70	6.5	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.3852	0.5856
9.00	6.5	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.3838	0.5833
9.30	6.6	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.3882	0.5901
9.60	6.6	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.3867	0.5878
9.90	6.5	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.3794	0.5767
10.20	6.5	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.3779	0.5745
10.50	6.5	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.3765	0.5723
10.80	6.5	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.3750	0.5700

11.10	6.6	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.3793	0.5766
11.40	6.6	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.3778	0.5743
11.70	6.5	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.3706	0.5634
12.00	6.5	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.3692	0.5612
12.30	6.5	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.3677	0.5590
12.60	6.6	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.3719	0.5653
12.90	6.6	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.3704	0.5631
13.20	6.7	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.3745	0.5693

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 15: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°2 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	0.3882	kg/cm ²
--	--------	--------------------

Fotografía N°13: Ensayo de compresión simple Calicata N°2 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	48°	
----------------------------	-----	--

Ensayo:	ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
----------------	---	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: C2

COORDENADAS ESTE: 778027.6236 NORTE: 9251864.3669 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C2		
Peso de la tara (g):	54.45	Contenido de humedad %:	41.65%
Peso muestra húmeda + tara (g):	303.04	Peso específico húmedo:	18270.02 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	229.94	Peso específico seco:	12897.57 N/m3
Peso de agua (g):	73.10	Densidad húmeda:	1862.39 kg/m3
Peso seco:	175.49	Densidad seca:	1314.74 kg/m3

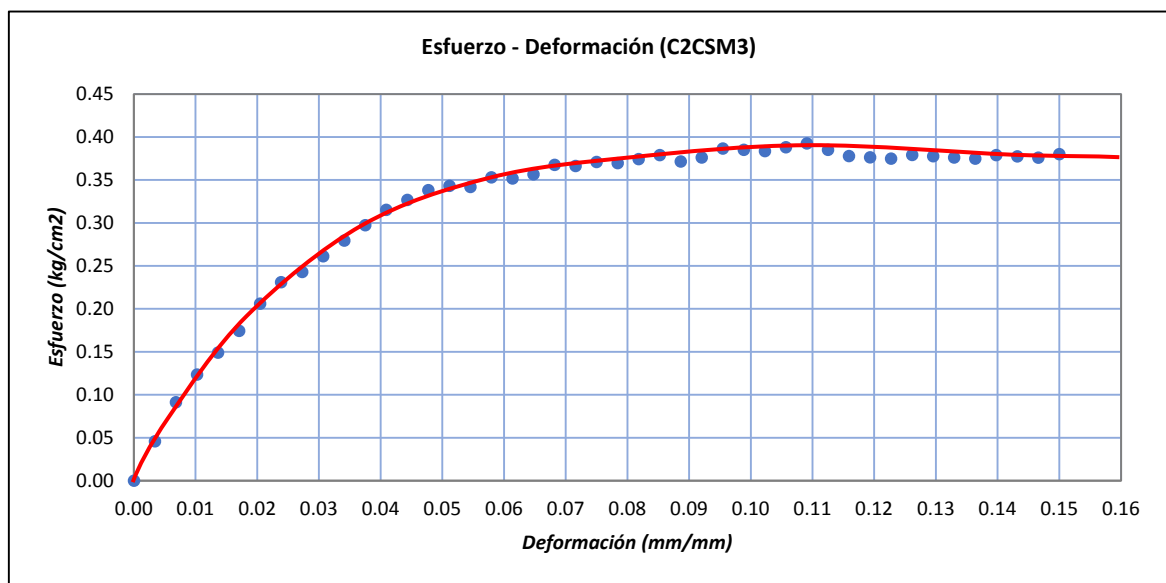
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C2CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	249.20	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	0.7	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0459	0.0697
0.60	1.4	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.0914	0.1390
0.90	1.9	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1237	0.1880
1.20	2.3	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.1492	0.2268
1.50	2.7	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.1745	0.2653
1.80	3.2	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.2061	0.3134
2.10	3.6	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.2311	0.3513
2.40	3.8	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.2431	0.3695
2.70	4.1	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.2614	0.3973
3.00	4.4	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.2795	0.4249
3.30	4.7	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.2975	0.4522
3.60	5.0	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.3154	0.4794
3.90	5.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.3268	0.4968
4.20	5.4	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.3382	0.5141
4.50	5.5	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.3432	0.5217
4.80	5.5	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.3420	0.5198
5.10	5.7	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.3531	0.5368
5.40	5.7	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.3519	0.5349
5.70	5.8	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.3567	0.5423
6.00	6.0	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.3677	0.5589
6.30	6.0	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.3663	0.5569
6.60	6.1	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.3711	0.5641
6.90	6.1	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.3697	0.5620
7.20	6.2	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.3744	0.5691
7.50	6.3	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.3790	0.5761
7.80	6.2	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.3716	0.5649
8.10	6.3	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.3762	0.5718
8.40	6.5	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.3867	0.5878
8.70	6.5	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.3852	0.5856
9.00	6.5	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.3838	0.5833
9.30	6.6	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.3882	0.5901
9.60	6.7	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.3926	0.5967
9.90	6.6	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.3852	0.5856
10.20	6.5	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.3779	0.5745
10.50	6.5	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.3765	0.5723
10.80	6.5	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.3750	0.5700

11.10	6.6	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.3793	0.5766
11.40	6.6	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.3778	0.5743
11.70	6.6	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.3763	0.5721
12.00	6.6	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.3749	0.5698
12.30	6.7	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.3790	0.5762
12.60	6.7	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.3775	0.5739
12.90	6.7	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.3760	0.5716
13.20	6.8	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.3801	0.5778

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 16: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°2 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.3926 kg/cm2

Fotografía N°14: Ensayo de compresión simple Calicata N°2 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla= 59°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

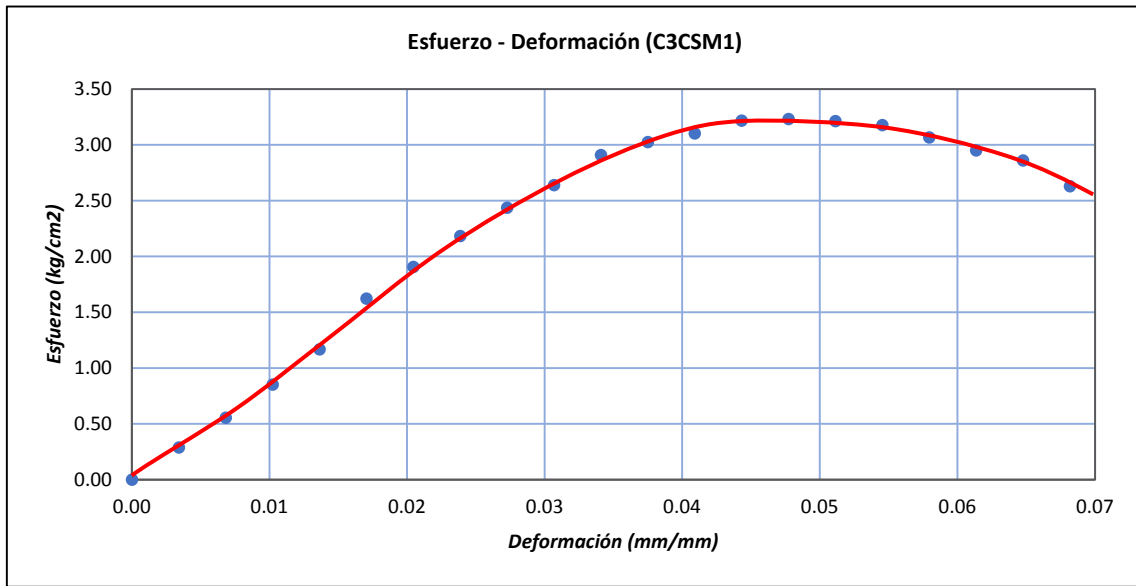
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C3		
COORDENADAS	ESTE: 778055.7738	NORTE: 9251892.7846	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C14		
Peso de la tara (g):	50.15	Contenido de humedad %:	22.13%
Peso muestra húmeda + tara (g):	312.98	Peso específico húmedo:	19358.75 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	265.35	Peso específico seco:	15850.56 N/m3
Peso de agua (g):	47.63	Densidad húmeda:	1973.37 kg/m3
Peso seco:	215.20	Densidad seca:	1615.76 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C3CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	264.05
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	4.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.2884	0.4384
0.60	8.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.5552	0.8439
0.90	13.1	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.8527	1.2962
1.20	18.0	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	1.1677	1.7749
1.50	25.1	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.6226	2.4664
1.80	29.6	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.9069	2.8985
2.10	34	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	2.1827	3.3178
2.40	38.1	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	2.4374	3.7049
2.70	41.4	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	2.6392	4.0117
3.00	45.8	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	2.9094	4.4224
3.30	47.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	3.0258	4.5993
3.60	49.2	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	3.1033	4.7172
3.90	51.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	3.2180	4.8915
4.20	51.6	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	3.2316	4.9121
4.50	51.5	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	3.2138	4.8851
4.80	51.1	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	3.1774	4.8297
5.10	49.5	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	3.0668	4.6616
5.40	47.8	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	2.9507	4.4852
5.70	46.5	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.8601	4.3474
6.00	42.9	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.6290	3.9962

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 17: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°3 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (q_u)=	3.2316	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°15: Ensayo de compresión simple Calicata N°3 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	56°	
----------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

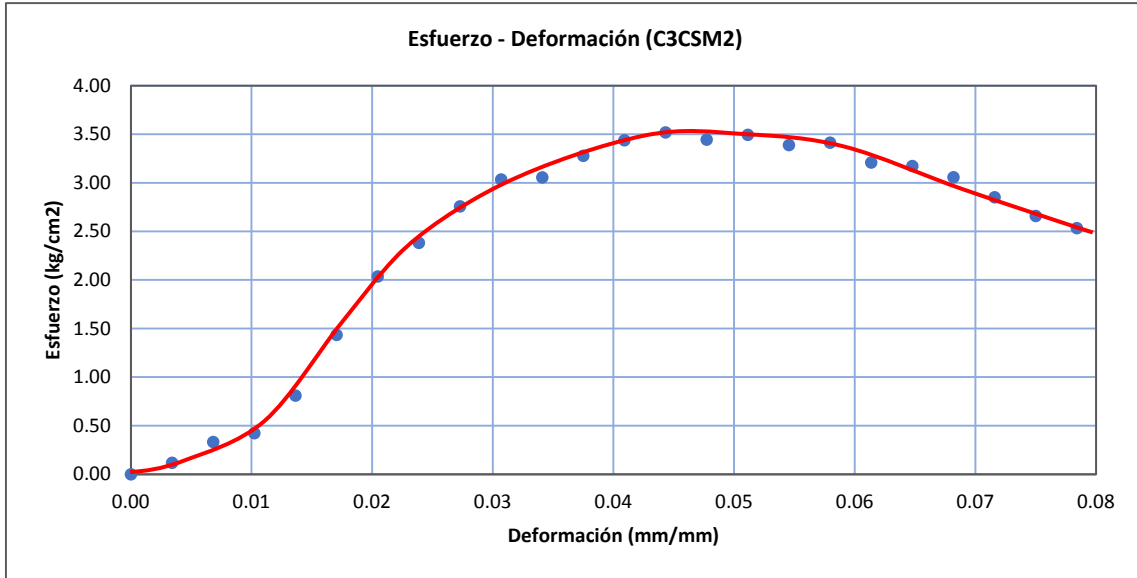
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C3		
COORDENADAS	ESTE: 778055.774	NORTE: 9251892.785	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C8		
Peso de la tara (g):	57.90	Contenido de humedad %:	20.44%
Peso muestra húmeda + tara (g):	349.02	Peso específico húmedo:	20674.75 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	299.62	Peso específico seco:	17166.46 N/m3
Peso de agua (g):	49.4	Densidad húmeda:	2107.52 kg/m3
Peso seco:	241.72	Densidad seca:	1749.89 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C3CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	282.00	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1180	0.1793
0.60	5.1	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.3331	0.5064
0.90	6.5	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.4231	0.6431
1.20	12.5	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.8109	1.2326
1.50	22.2	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.4351	2.1815
1.80	31.6	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	2.0357	3.0944
2.10	37.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	2.3817	3.6203
2.40	43.1	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	2.7572	4.1911
2.70	47.6	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	3.0344	4.6125
3.00	48.1	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	3.0555	4.6445
3.30	51.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	3.2790	4.9841
3.60	54.5	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	3.4376	5.2254
3.90	56	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	3.5197	5.3501
4.20	55.0	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	3.4445	5.2358
4.50	56	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	3.4946	5.3119
4.80	54.5	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	3.3888	5.1511
5.10	55.1	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	3.4137	5.1890
5.40	52.0	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	3.2100	4.8793
5.70	51.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	3.1737	4.8242
6.00	49.9	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	3.0580	4.6483
6.30	46.7	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.8514	4.3343
6.60	43.7	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.6584	4.0409
6.90	41.8	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	2.5335	3.8510

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 18: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°3 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)= 3.5197 kg/cm2

Fotografía N°16: Ensayo de compresión simple Calicata N°3 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla= 57°

ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
---	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

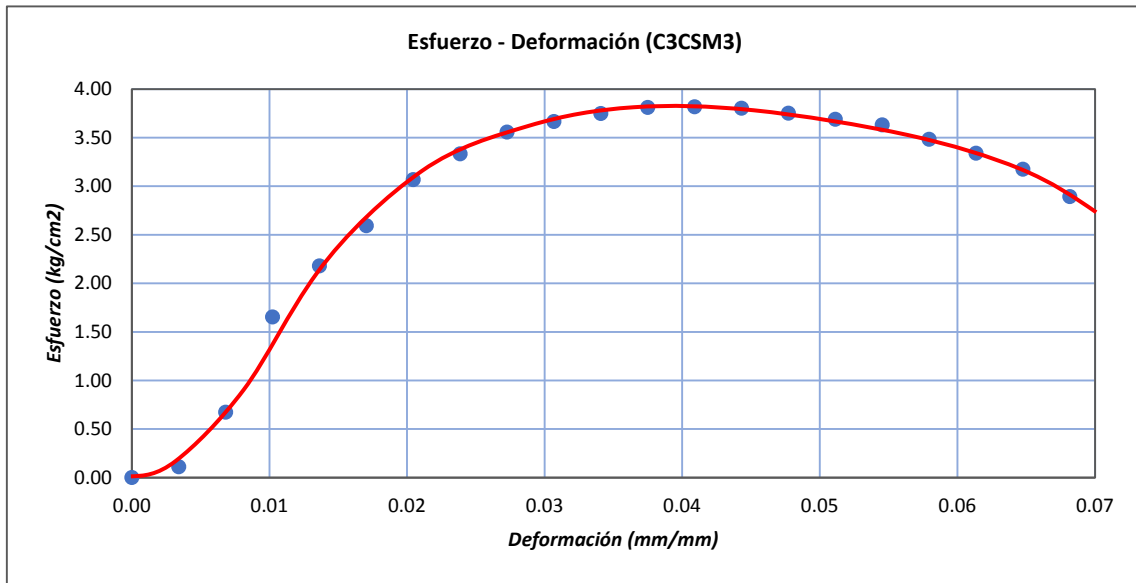
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C3		
COORDENADAS	ESTE: 778055.7738	NORTE: 9251892.7846	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C1		
Peso de la tara (g):	50.03	Contenido de humedad %:	22.85%
Peso muestra húmeda + tara (g):	283.99	Peso específico húmedo:	19875.62 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	240.48	Peso específico seco:	16179.31 N/m3
Peso de agua (g):	43.51	Densidad húmeda:	2026.06 kg/m3
Peso seco:	190.45	Densidad seca:	1649.27 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C3CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	271.10
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.7	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1114	0.1694
0.60	10.3	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.6728	1.0226
0.90	25.4	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	1.6534	2.5132
1.20	33.6	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	2.1796	3.3131
1.50	40.1	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	2.5923	3.9404
1.80	47.6	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	3.0665	4.6611
2.10	51.9	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	3.3318	5.0645
2.40	55.6	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	3.5569	5.4066
2.70	57.5	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	3.6655	5.5718
3.00	59.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	3.7479	5.6970
3.30	60.2	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	3.8107	5.7924
3.60	60.5	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	3.8161	5.8006
3.90	60.5	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	3.8025	5.7800
4.20	59.9	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	3.7514	5.7023
4.50	59.1	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	3.6880	5.6060
4.80	58.4	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	3.6313	5.5197
5.10	56.2	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	3.4819	5.2926
5.40	54.1	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	3.3396	5.0764
5.70	51.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	3.1737	4.8242
6.00	47.2	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.8925	4.3968

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 19: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°3 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	3.8161	kg/cm ²
--	--------	--------------------

Fotografía N°17: Ensayo de compresión simple Calicata N°3 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	57°	
----------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: C4

COORDENADAS ESTE: 778046.8363 NORTE: 9251789.0322 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C9		
Peso de la tara (g):	49.46	Contenido de humedad %:	37.80%
Peso muestra húmeda + tara (g):	294.02	Peso específico húmedo:	17962.84 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	226.93	Peso específico seco:	13035.10 N/m3
Peso de agua (g):	67.09	Densidad húmeda:	1831.07 kg/m3
Peso seco:	177.47	Densidad seca:	1328.76 kg/m3

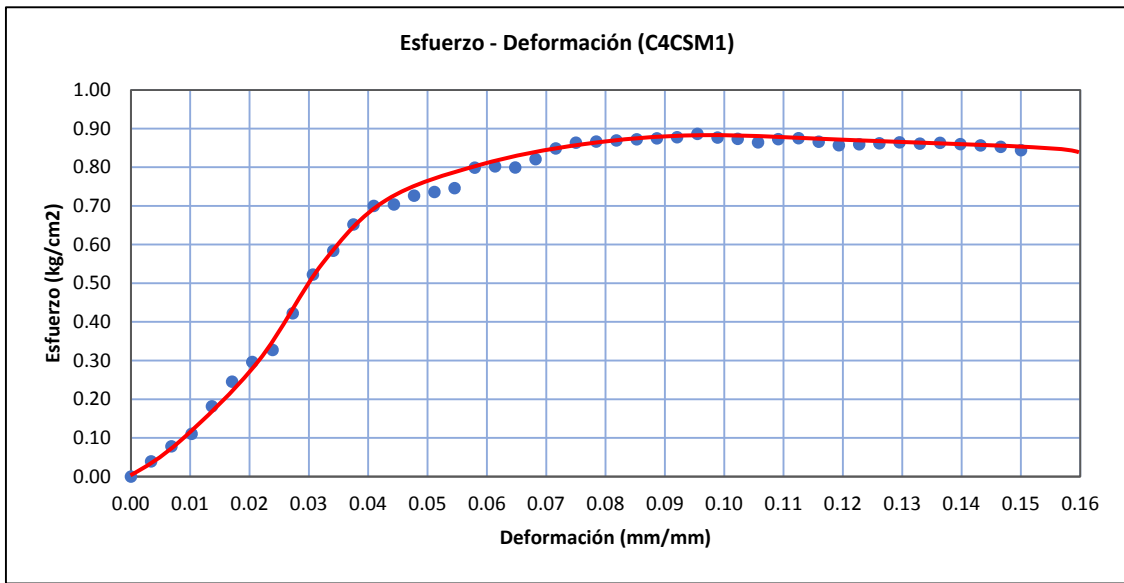
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C4CSM1	Área inicial: Ao (cm ²)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.8067	Peso (g)	245.01	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.00	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	0.60	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0393	0.0598
0.60	1.20	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.0784	0.1191
0.90	1.70	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1107	0.1682
1.20	2.80	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.1816	0.2761
1.50	3.80	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.2457	0.3734
1.80	4.60	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.2963	0.4504
2.10	5.10	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.3274	0.4977
2.40	6.60	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.4222	0.6418
2.70	8.20	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.5227	0.7946
3.00	9.20	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.5844	0.8884
3.30	10.30	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.6520	0.9911
3.60	11.10	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.7001	1.0642
3.90	11.20	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.7039	1.0700
4.20	11.60	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7265	1.1043
4.50	11.80	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7364	1.1193
4.80	12.00	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7462	1.1342
5.10	12.90	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7992	1.2148
5.40	13.00	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.8025	1.2198
5.70	13.00	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.7996	1.2154
6.00	13.40	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.8212	1.2482
6.30	13.90	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.8487	1.2901
6.60	14.20	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.8638	1.3131
6.90	14.30	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.8667	1.3175
7.20	14.40	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.8696	1.3218
7.50	14.50	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.8723	1.3260
7.80	14.60	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.8751	1.3302
8.10	14.70	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.8778	1.3343
8.40	14.90	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.8864	1.3473
8.70	14.80	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.8771	1.3333
9.00	14.80	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.8738	1.3282
9.30	14.70	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.8646	1.3142
9.60	14.90	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.8730	1.3270
9.90	15.00	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.8755	1.3308
10.20	14.90	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.8663	1.3169
10.50	14.80	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.8572	1.3030
10.80	14.90	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.8597	1.3067

11.10	15.00	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.8621	1.3104
11.40	15.10	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.8644	1.3140
11.70	15.10	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.8610	1.3088
12.00	15.20	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.8633	1.3123
12.30	15.20	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.8599	1.3071
12.60	15.20	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.8565	1.3019
12.90	15.20	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.8531	1.2968
13.20	15.10	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.8441	1.2831

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 20: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°4 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.8864 kg/cm2

Fotografía N°18: Ensayo de compresión simple Calicata N°4 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla= 60°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: **C4**

COORDENADAS ESTE: 778046.836 NORTE: 9251789.032 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

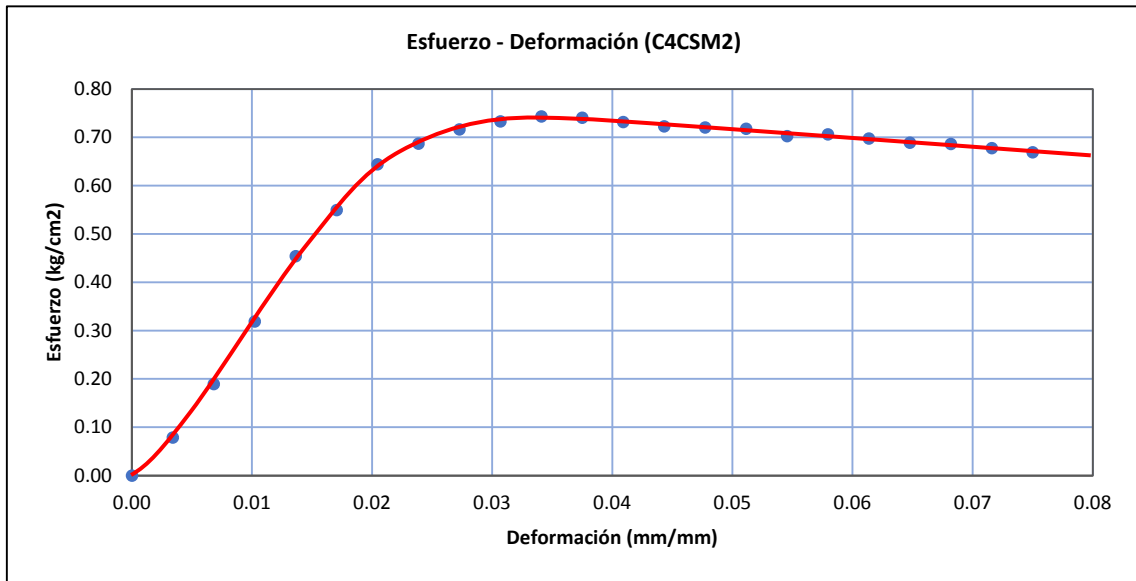
TARA N°	C18		
Peso de la tara (g):	52.89	Contenido de humedad %:	43.76%
Peso muestra húmeda + tara (g):	292.11	Peso específico húmedo:	17558.87 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	219.29	Peso específico seco:	12213.85 N/m3
Peso de agua (g):	72.82	Densidad húmeda:	1789.90 kg/m3
Peso seco:	166.4	Densidad seca:	1245.04 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C4CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	239.50	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.00	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.20	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0787	0.1196
0.60	2.90	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1894	0.2879
0.90	4.90	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.3190	0.4848
1.20	7.00	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.4541	0.6902
1.50	8.50	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.5495	0.8352
1.80	10.00	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.6442	0.9792
2.10	10.70	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.6869	1.0441
2.40	11.20	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.7165	1.0891
2.70	11.50	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.7331	1.1144
3.00	11.70	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.7432	1.1297
3.30	11.70	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.7406	1.1258
3.60	11.60	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.7317	1.1122
3.90	11.50	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.7228	1.0987
4.20	11.50	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7202	1.0948
4.50	11.50	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7176	1.0908
4.80	11.30	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7026	1.0680
5.10	11.40	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7063	1.0736
5.40	11.30	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.6976	1.0603
5.70	11.20	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.6889	1.0471
6.00	11.20	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.6864	1.0433
6.30	11.10	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.6777	1.0302
6.60	11.00	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.6692	1.0172

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 21: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°4 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	0.7432	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°19: Ensayo de compresión simple Calicata N°4 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	62°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: **C4**

COORDENADAS ESTE: 778046.8363 NORTE: 9251789.0322 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD

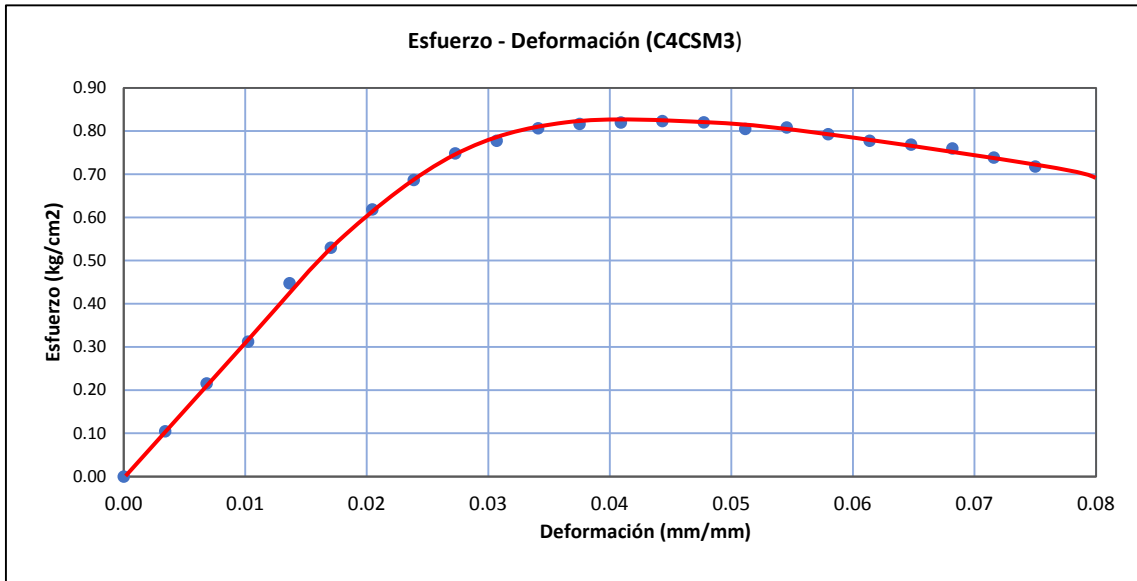
TARA N°	C4		
Peso de la tara (g):	49.54	Contenido de humedad %:	38.17%
Peso muestra húmeda + tara (g):	334.01	Peso específico húmedo:	19171.80 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	255.42	Peso específico seco:	13875.24 N/m3
Peso de agua (g):	78.59	Densidad húmeda:	1954.31 kg/m3
Peso seco:	205.88	Densidad seca:	1414.40 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C4CSM3	Área inicial: Ao (cm ²)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.8067	Peso (g)	261.50	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.00	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.60	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1049	0.1594
0.60	3.30	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2155	0.3276
0.90	4.80	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.3125	0.4749
1.20	6.90	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.4476	0.6804
1.50	8.20	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.5301	0.8058
1.80	9.60	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.6184	0.9401
2.10	10.70	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.6869	1.0441
2.40	11.70	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.7485	1.1377
2.70	12.20	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.7777	1.1822
3.00	12.70	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.8068	1.2263
3.30	12.90	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.8166	1.2412
3.60	13.00	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.8200	1.2464
3.90	13.10	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.8234	1.2515
4.20	13.10	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.8204	1.2471
4.50	12.90	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.8050	1.2236
4.80	13.00	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.8083	1.2287
5.10	12.80	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7930	1.2054
5.40	12.60	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.7778	1.1823
5.70	12.50	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.7688	1.1687
6.00	12.40	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.7599	1.1551
6.30	12.10	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.7388	1.1230
6.60	11.80	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.7178	1.0911

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 22: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°4 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (q_u)=	0.8234	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°20: Ensayo de compresión simple Calicata N°4 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	49°	
----------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

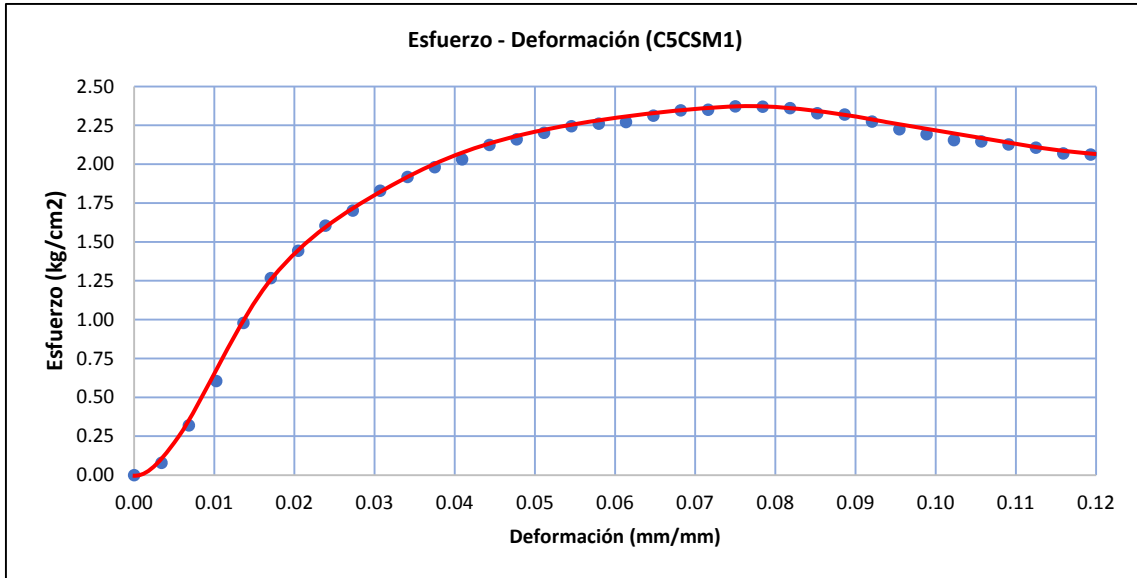
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C5		
COORDENADAS	ESTE: 778074.9865	NORTE: 9251817.4499	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C15		
Peso de la tara (g):	57.65	Contenido de humedad %:	16.58%
Peso muestra húmeda + tara (g):	332.83	Peso específico húmedo:	20454.80 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	293.7	Peso específico seco:	17546.17 N/m3
Peso de agua (g):	39.13	Densidad húmeda:	2085.10 kg/m3
Peso seco:	236.05	Densidad seca:	1788.60 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C5CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	279.00	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.2	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0787	0.1196
0.60	4.9	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.3201	0.4865
0.90	9.3	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.6054	0.9202
1.20	15.1	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.9795	1.4889
1.50	19.6	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.2671	1.9260
1.80	22.4	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.4430	2.1935
2.10	25	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.6049	2.4396
2.40	26.6	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.7017	2.5866
2.70	28.7	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.8296	2.7810
3.00	30.2	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.9184	2.9161
3.30	31.3	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.9813	3.0117
3.60	32.2	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	2.0310	3.0873
3.90	33.8	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	2.1244	3.2292
4.20	34.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	2.1607	3.2843
4.50	35.3	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	2.2028	3.3484
4.80	36.1	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	2.2447	3.4120
5.10	36.5	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	2.2614	3.4374
5.40	36.8	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	2.2717	3.4531
5.70	37.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.3126	3.5153
6.00	38.3	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.3471	3.5677
6.30	38.5	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.3507	3.5732
6.60	39.0	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.3725	3.6063
6.90	39.1	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	2.3698	3.6023
7.20	39.1	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	2.3611	3.5889
7.50	38.7	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	2.3282	3.5390
7.80	38.7	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	2.3196	3.5258
8.10	38.1	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	2.2751	3.4582
8.40	37.4	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	2.2249	3.3819
8.70	37.0	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	2.1928	3.3331
9.00	36.5	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	2.1550	3.2757
9.30	36.5	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	2.1468	3.2632
9.60	36.3	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	2.1269	3.2330
9.90	36.1	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	2.1071	3.2028
10.20	35.6	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	2.0699	3.1464
10.50	35.6	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	2.0619	3.1342

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 23: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°5 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)=	2.3725	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°21: Ensayo de compresión simple Calicata N°5 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	67°
-----------------------------------	-----

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

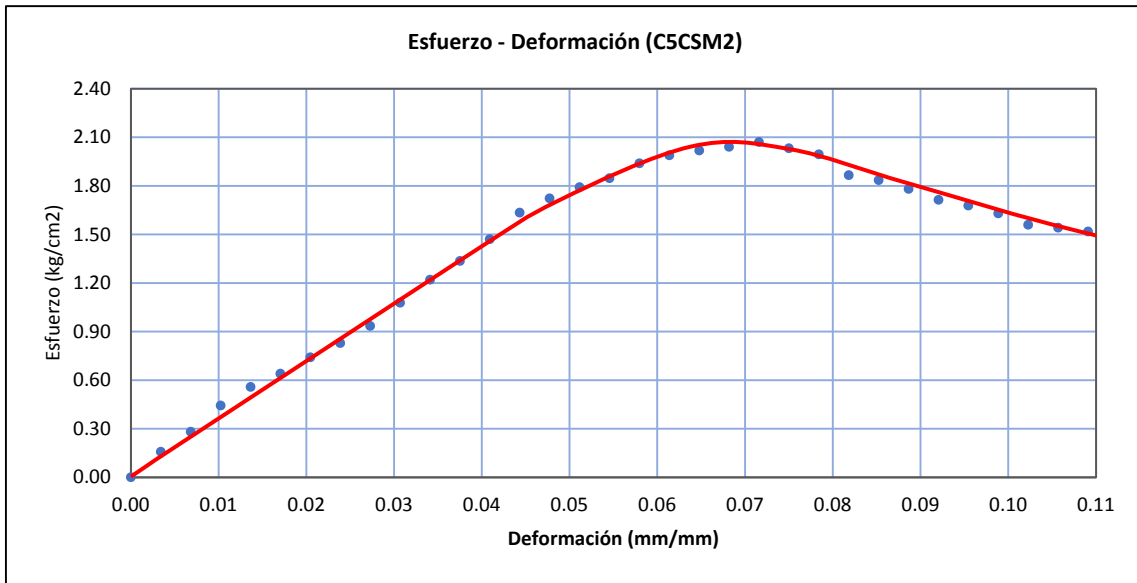
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C5		
COORDENADAS	ESTE: 778074.987	NORTE: 9251817.450	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C10		
Peso de la tara (g):	55.82	Contenido de humedad %:	16.10%
Peso muestra húmeda + tara (g):	337.83	Peso específico húmedo:	20778.85 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	298.73	Peso específico seco:	17897.92 N/m3
Peso de agua (g):	39.1	Densidad húmeda:	2118.13 kg/m3
Peso seco:	242.91	Densidad seca:	1824.46 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C5CSM2		Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	283.42
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1573	0.2391
0.60	4.3	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2809	0.4269
0.90	6.8	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.4426	0.6728
1.20	8.6	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.5579	0.8480
1.50	9.9	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.6400	0.9728
1.80	11.5	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.7408	1.1261
2.10	12.9	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.8281	1.2588
2.40	14.6	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.9340	1.4197
2.70	16.9	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.0774	1.6376
3.00	19.2	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.2197	1.8539
3.30	21.1	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.3356	2.0302
3.60	23.3	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.4697	2.2340
3.90	26	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.6341	2.4840
4.20	27.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	1.7223	2.6179
4.50	28.7	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	1.7910	2.7224
4.80	29.7	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	1.8467	2.8071
5.10	31.3	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	1.9392	2.9477
5.40	32.2	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	1.9877	3.0214
5.70	32.8	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.0174	3.0666
6.00	33.3	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.0407	3.1020
6.30	33.9	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.0699	3.1463
6.60	33.4	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.0319	3.0885
6.90	32.9	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	1.9941	3.0311
7.20	30.9	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	1.8659	2.8363
7.50	30.5	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	1.8349	2.7892
7.80	29.7	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	1.7801	2.7059
8.10	28.7	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	1.7138	2.6050
8.40	28.2	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	1.6776	2.5500
8.70	27.5	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	1.6298	2.4773
9.00	26.4	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	1.5587	2.3692
9.30	26.2	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	1.5410	2.3424
9.60	25.9	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	1.5175	2.3067

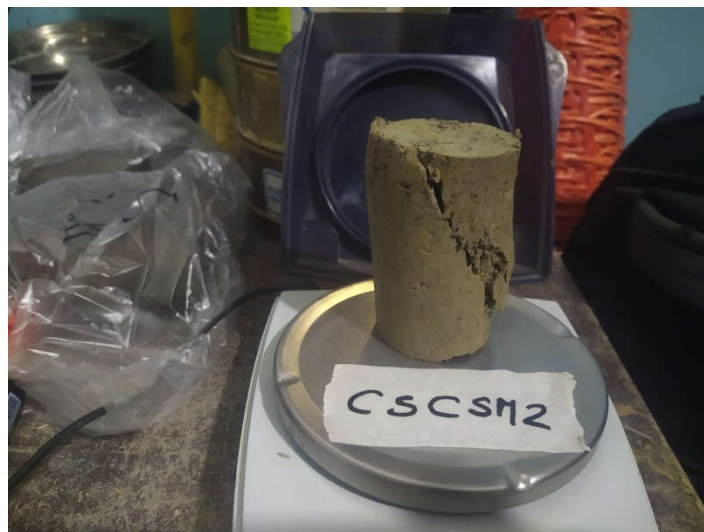
Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 24: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°5 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	2.0699	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°22: Ensayo de compresión simple Calicata N°5 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	63°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

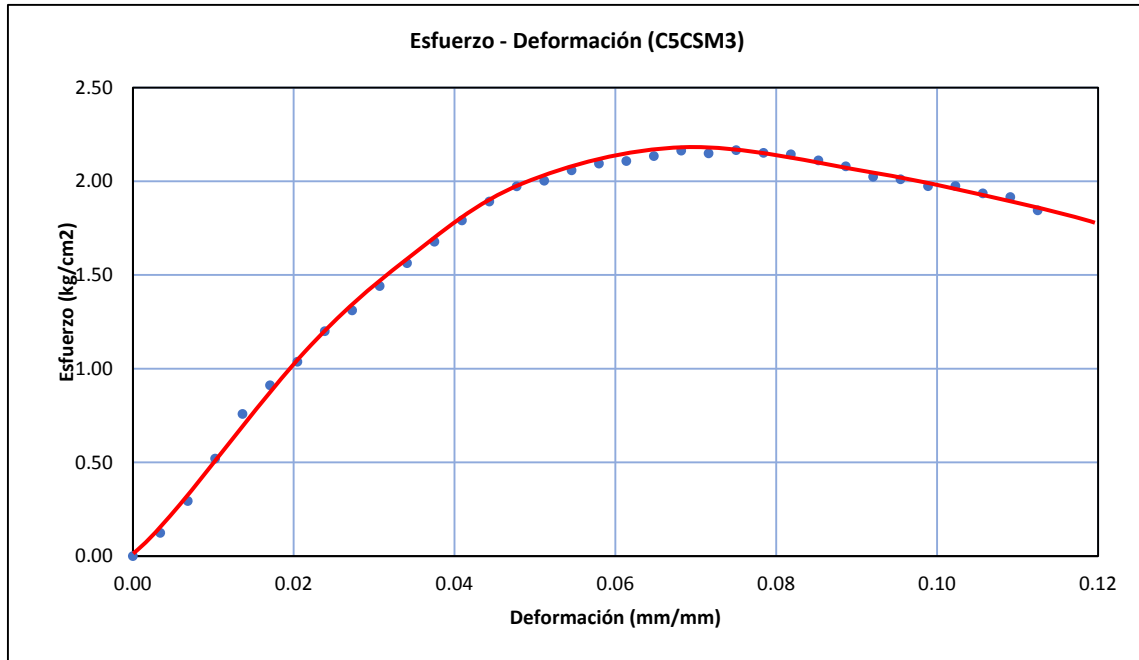
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N:	C5		
COORDENADAS	ESTE: 778074.987	NORTE: 9251817.450	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	C12		
Peso de la tara (g):	52.31	Contenido de humedad %:	15.17%
Peso muestra húmeda + tara (g):	361.74	Peso específico húmedo:	22575.80 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	320.99	Peso específico seco:	19602.71 N/m3
Peso de agua (g):	40.75	Densidad húmeda:	2301.30 kg/m3
Peso seco:	268.68	Densidad seca:	1998.24 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C5CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	307.93
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.9	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1245	0.1893
0.60	4.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2939	0.4468
0.90	8.0	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.5208	0.7916
1.20	11.7	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.7590	1.1537
1.50	14.1	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.9115	1.3855
1.80	16.1	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.0372	1.5766
2.10	18.7	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.2005	1.8248
2.40	20.5	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.3114	1.9934
2.70	22.6	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.4407	2.1900
3.00	24.6	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.5627	2.3754
3.30	26.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.6775	2.5498
3.60	28.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.7914	2.7229
3.90	30.1	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.8918	2.8757
4.20	31.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	1.9728	2.9987
4.50	32.1	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	2.0032	3.0449
4.80	33.1	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	2.0581	3.1284
5.10	33.8	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	2.0941	3.1831
5.40	34.2	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	2.1081	3.2044
5.70	34.7	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.1343	3.2442
6.00	35.3	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.1633	3.2883
6.30	35.2	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.1492	3.2669
6.60	35.6	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.1657	3.2919
6.90	35.5	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	2.1516	3.2706
7.20	35.5	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	2.1437	3.2585
7.50	35.1	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	2.1117	3.2098
7.80	34.7	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	2.0798	3.1614
8.10	33.9	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	2.0243	3.0770
8.40	33.8	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	2.0107	3.0564
8.70	33.3	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	1.9735	2.9998
9.00	33.5	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	1.9749	3.0019
9.30	32.9	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	1.9351	2.9414
9.60	32.7	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	1.9160	2.9123
9.90	31.6	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	1.8444	2.8036

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 25: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°5 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	2.1657	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°23: Ensayo de compresión simple Calicata N°5 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	62°
-----------------------------------	-----

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CALICATA N°:	C6
COORDENADAS	ESTE: 778103.1367 NORTE: 9251845.8676 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D11		
Peso de la tara (g):	55.20	Contenido de humedad %:	43.86%
Peso muestra húmeda + tara (g):	309.19	Peso específico húmedo:	18636.60 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	231.75	Peso específico seco:	12954.41 N/m3
Peso de agua (g):	77.44	Densidad húmeda:	1899.76 kg/m3
Peso seco:	176.55	Densidad seca:	1320.53 kg/m3

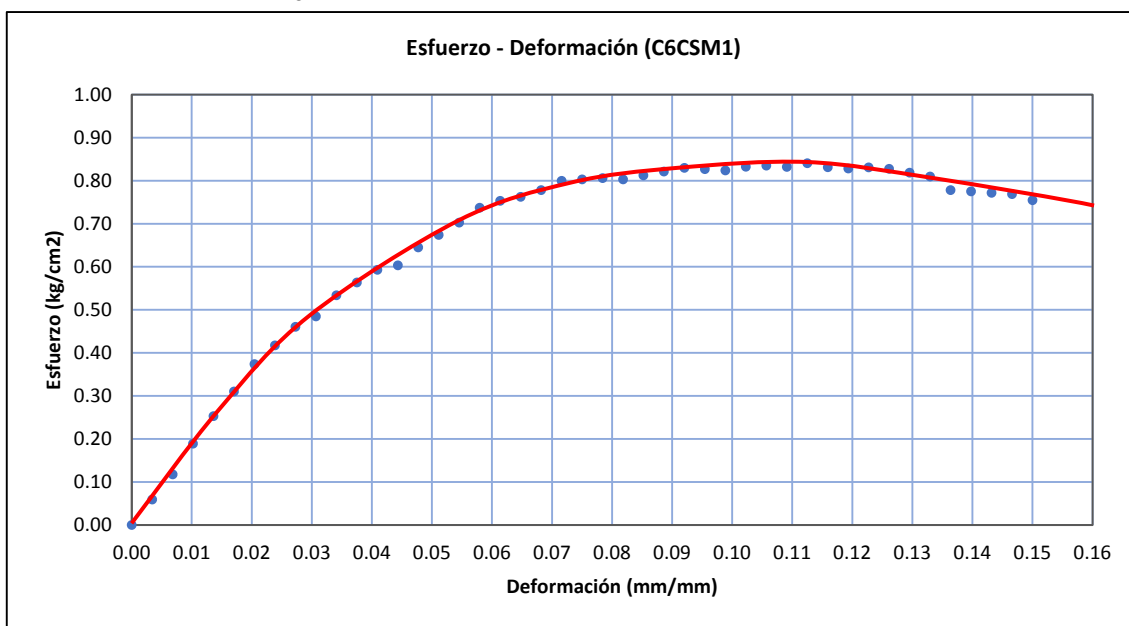
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C6CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	254.20	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	0.9	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0590	0.0897
0.60	1.8	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1176	0.1787
0.90	2.9	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1888	0.2869
1.20	3.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.2530	0.3846
1.50	4.8	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3103	0.4717
1.80	5.8	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.3736	0.5680
2.10	6.5	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.4173	0.6343
2.40	7.2	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.4606	0.7001
2.70	7.6	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.4845	0.7364
3.00	8.4	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.5336	0.8111
3.30	8.9	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.5634	0.8563
3.60	9.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.5929	0.9013
3.90	9.6	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.6034	0.9172
4.20	10.3	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.6451	0.9805
4.50	10.8	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.6740	1.0244
4.80	11.3	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7026	1.0680
5.10	11.9	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7373	1.1207
5.40	12.2	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.7531	1.1448
5.70	12.4	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.7627	1.1593
6.00	12.7	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.7783	1.1830
6.30	13.1	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.7999	1.2158
6.60	13.2	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.8030	1.2206
6.90	13.3	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.8061	1.2253
7.20	13.3	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.8031	1.2208
7.50	13.5	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.8122	1.2345
7.80	13.7	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.8211	1.2482
8.10	13.9	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.8300	1.2617
8.40	13.9	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.8269	1.2569
8.70	13.9	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.8238	1.2522
9.00	14.1	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.8325	1.2654
9.30	14.2	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.8352	1.2695
9.60	14.2	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.8320	1.2647
9.90	14.4	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.8405	1.2776
10.20	14.3	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.8315	1.2638
10.50	14.3	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.8282	1.2590
10.80	14.4	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.8308	1.2629

11.10	14.4	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.8276	1.2580
11.40	14.3	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.8186	1.2443
11.70	14.2	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.8097	1.2308
12.00	13.7	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.7781	1.1828
12.30	13.7	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.7751	1.1781
12.60	13.7	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.7720	1.1735
12.90	13.7	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.7689	1.1688
13.20	13.5	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.7547	1.1471

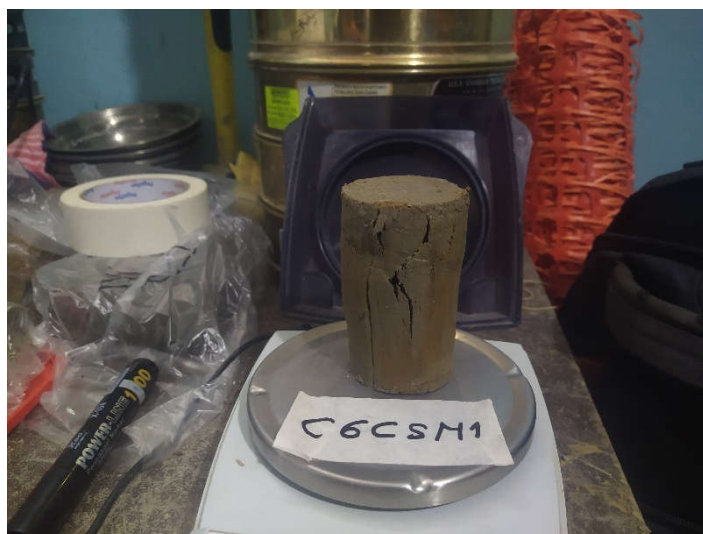
Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 26: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°6 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.8405 kg/cm²

Fotografía N°24: Ensayo de compresión simple Calicata N°6 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=

-

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C6		
COORDENADAS	ESTE: 778103.1367	NORTE: 9251845.8676	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

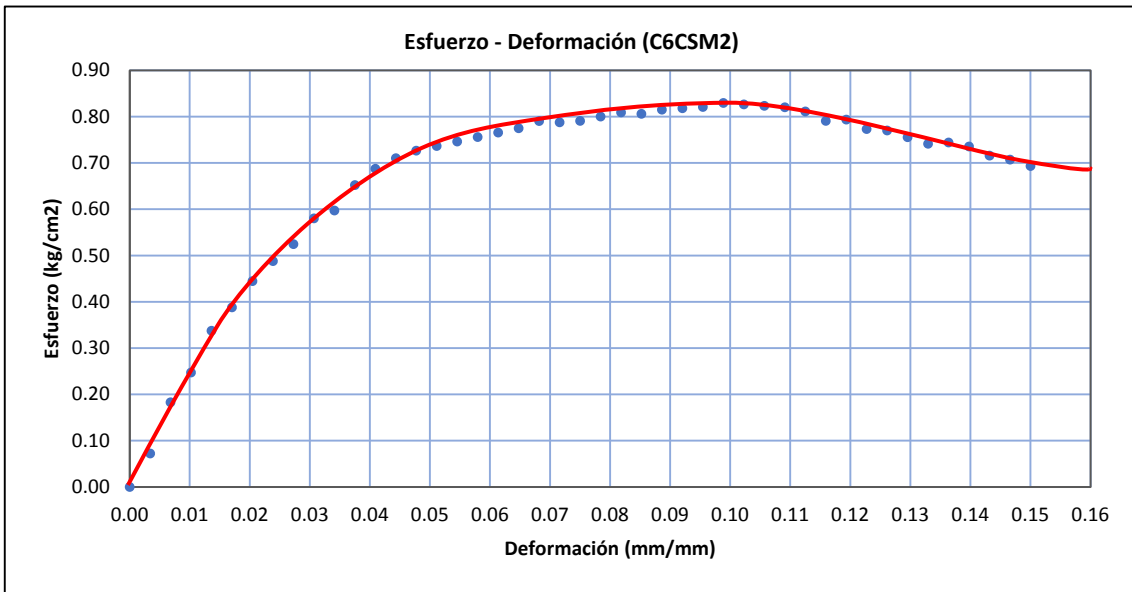
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D12		
Peso de la tara (g):	54.6	Contenido de humedad %:	48.14%
Peso muestra húmeda + tara (g):	294.98	Peso específico húmedo:	17866.79 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	216.86	Peso específico seco:	12060.35 N/m3
Peso de agua (g):	78.12	Densidad húmeda:	1821.28 kg/m3
Peso seco:	162.26	Densidad seca:	1229.39 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C6CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	243.7	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.1	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0721	0.1096
0.60	2.8	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1829	0.2780
0.90	3.8	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2474	0.3760
1.20	5.2	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.3373	0.5127
1.50	6	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3879	0.5896
1.80	6.9	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.4445	0.6757
2.10	7.6	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.4879	0.7416
2.40	8.2	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.5246	0.7974
2.70	9.1	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.5801	0.8818
3.00	9.4	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.5971	0.9077
3.30	10.3	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.6520	0.9911
3.60	10.9	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.6875	1.0451
3.90	11.3	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.7102	1.0796
4.20	11.6	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7265	1.1043
4.50	11.8	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7364	1.1193
4.80	12.0	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7462	1.1342
5.10	12.2	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7559	1.1489
5.40	12.4	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.7655	1.1635
5.70	12.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.7750	1.1780
6.00	12.9	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.7905	1.2017
6.30	12.9	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.7877	1.1973
6.60	13.0	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.7908	1.2021
6.90	13.2	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.8000	1.2161
7.20	13.4	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.8092	1.2300
7.50	13.4	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.8062	1.2254
7.80	13.6	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.8151	1.2391
8.10	13.7	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.8181	1.2435
8.40	13.8	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.8209	1.2479
8.70	14.0	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.8297	1.2612
9.00	14.0	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.8266	1.2564
9.30	14.0	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.8234	1.2516
9.60	14.0	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.8203	1.2469
9.90	13.9	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.8113	1.2332
10.20	13.6	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.7908	1.2020
10.50	13.7	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.7935	1.2061
10.80	13.4	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.7731	1.1752

11.10	13.4	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.7701	1.1706
11.40	13.2	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.7557	1.1486
11.70	13.0	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.7413	1.1268
12.00	13.1	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.7441	1.1310
12.30	13	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.7355	1.1179
12.60	12.7	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.7156	1.0878
12.90	12.6	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.7072	1.0749
13.20	12.4	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.6932	1.0537

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 27: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°6 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (q_u)= 0.8297 kg/cm²

Fotografía N°25: Ensayo de compresión simple Calicata N°6 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=

-

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C6		
COORDENADAS	ESTE: 778103.137	NORTE: 9251845.868	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	A10		
Peso de la tara (g):	55.99	Contenido de humedad %:	48.01%
Peso muestra húmeda + tara (g):	301.90	Peso específico húmedo:	18087.47 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	222.13	Peso específico seco:	12220.13 N/m3
Peso de agua (g):	79.77	Densidad húmeda:	1843.78 kg/m3
Peso seco:	166.14	Densidad seca:	1245.68 kg/m3

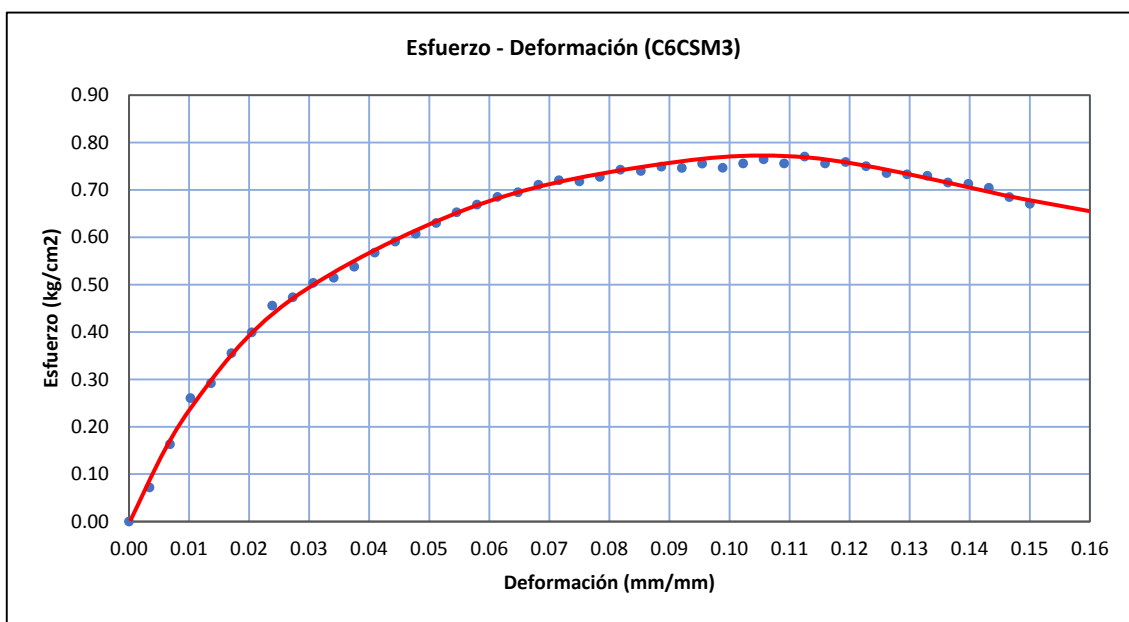
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C6CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	246.71	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.1	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0721	0.1096
0.60	2.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1633	0.2482
0.90	4	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2604	0.3958
1.20	4.5	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.2919	0.4437
1.50	5.5	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3556	0.5405
1.80	6.2	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.3994	0.6071
2.10	7.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.4558	0.6928
2.40	7.4	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.4734	0.7196
2.70	7.9	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.5036	0.7655
3.00	8.1	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.5145	0.7821
3.30	8.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.5381	0.8179
3.60	9.0	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.5677	0.8629
3.90	9.4	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.5908	0.8981
4.20	9.7	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.6075	0.9234
4.50	10.1	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.6303	0.9580
4.80	10.5	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.6529	0.9924
5.10	10.8	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.6691	1.0171
5.40	11.1	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.6852	1.0416
5.70	11.3	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.6950	1.0565
6.00	11.6	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.7109	1.0806
6.30	11.8	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.7205	1.0952
6.60	11.8	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.7178	1.0911
6.90	12	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.7273	1.1056
7.20	12.3	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.7427	1.1290
7.50	12.3	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.7400	1.1248
7.80	12.5	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.7492	1.1388
8.10	12.5	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.7464	1.1346
8.40	12.7	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.7555	1.1484
8.70	12.6	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.7467	1.1351
9.00	12.8	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.7557	1.1487
9.30	13	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.7646	1.1622
9.60	12.9	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.7558	1.1489
9.90	13.2	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.7705	1.1711
10.20	13.0	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.7559	1.1489
10.50	13.1	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.7587	1.1533
10.80	13.0	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.7500	1.1401

11.10	12.8	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.7356	1.1182
11.40	12.8	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.7328	1.1138
11.70	12.8	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.7299	1.1095
12.00	12.6	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.7157	1.0878
12.30	12.6	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.7128	1.0835
12.60	12.5	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.7044	1.0707
12.90	12.2	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.6847	1.0408
13.20	12.0	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.6708	1.0197

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 28: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°6 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.7705 kg/cm²

Fotografía N°26: Ensayo de compresión simple Calicata N°6 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=

-

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

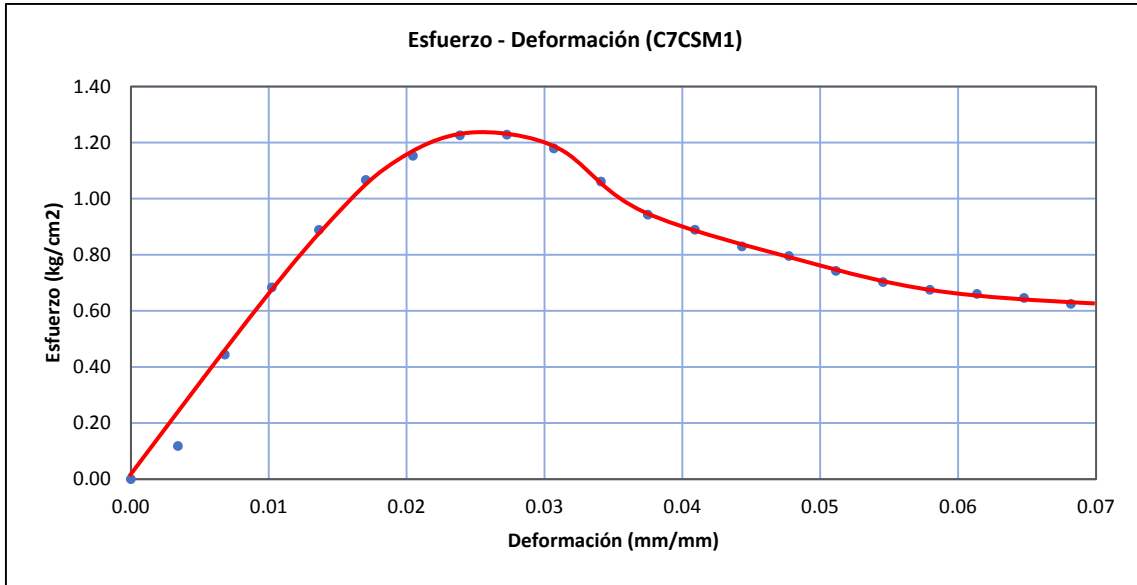
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C7		
COORDENADAS	ESTE: 778094.6615	NORTE: 9251735.0773	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D4		
Peso de la tara (g):	59.17	Contenido de humedad %:	36.26%
Peso muestra húmeda + tara (g):	297.82	Peso específico húmedo:	17591.13 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	234.31	Peso específico seco:	12909.74 N/m3
Peso de agua (g):	63.51	Densidad húmeda:	1793.18 kg/m3
Peso seco:	175.14	Densidad seca:	1315.98 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C7CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	239.94	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1180	0.1793
0.60	6.8	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.4442	0.6751
0.90	10.5	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.6835	1.0389
1.20	13.7	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.8887	1.3509
1.50	16.5	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.0667	1.6214
1.80	17.9	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.1531	1.7528
2.10	19.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.2262	1.8638
2.40	19.2	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.2283	1.8670
2.70	18.5	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.1794	1.7927
3.00	16.7	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.0609	1.6125
3.30	14.9	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.9432	1.4337
3.60	14.1	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.8894	1.3519
3.90	13.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.8296	1.2611
4.20	12.7	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7954	1.2090
4.50	11.9	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7426	1.1288
4.80	11.3	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7026	1.0680
5.10	10.9	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.6753	1.0265
5.40	10.7	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.6605	1.0040
5.70	10.5	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.6458	0.9817
6.00	10.2	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.6251	0.9501

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 29: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°7 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.2283	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°27: Ensayo de compresión simple Calicata N°7 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	52°
-----------------------------------	-----

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS:	"Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"
--------	--

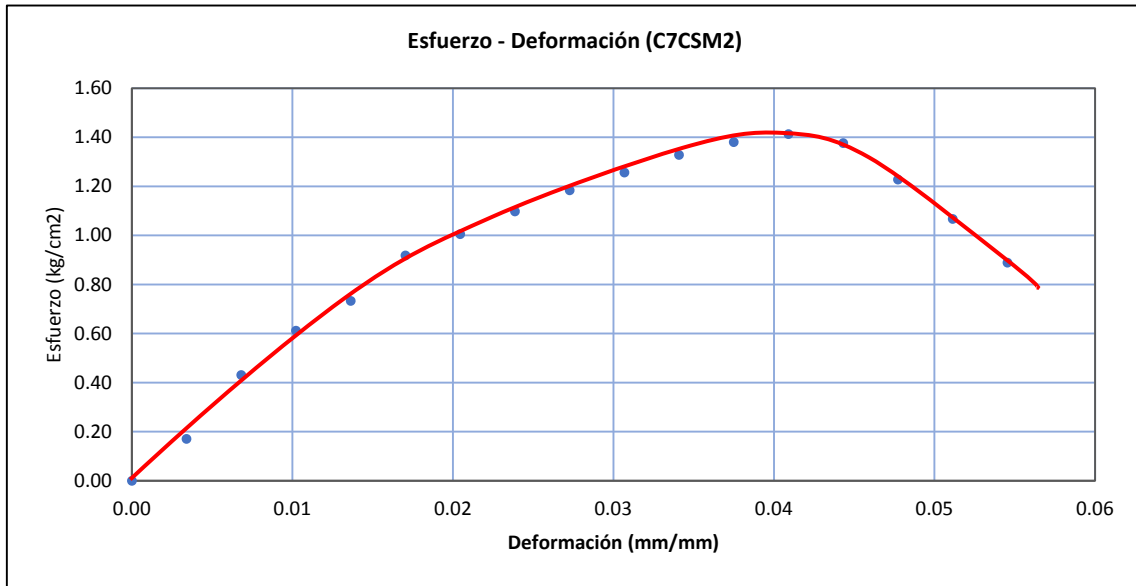
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA				
CALICATA N°:	C7				
COORDENADAS	ESTE:	778094.662	NORTE:	9251735.077	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD				
TARA N°	D3			
Peso de la tara (g):	60.49	Contenido de humedad %:	40.18%	
Peso muestra húmeda + tara (g):	301.77	Peso específico húmedo:	17735.56	N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	232.61	Peso específico seco:	12651.88	N/m3
Peso de agua (g):	69.16	Densidad húmeda:	1807.91	kg/m3
Peso seco:	172.12	Densidad seca:	1289.69	kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C7CSM2		Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	241.91
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.6	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1704	0.2590
0.60	6.6	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.4311	0.6553
0.90	9.4	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.6119	0.9301
1.20	11.3	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.7330	1.1142
1.50	14.2	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.9180	1.3953
1.80	15.6	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.0050	1.5276
2.10	17.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.0978	1.6687
2.40	18.5	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.1835	1.7990
2.70	19.7	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.2558	1.9089
3.00	20.9	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.3277	2.0181
3.30	21.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.3799	2.0976
3.60	22.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.4129	2.1477
3.90	21.9	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.3765	2.0923
4.20	19.6	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	1.2275	1.8659
4.50	17.1	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	1.0671	1.6220
4.80	14.3	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.8892	1.3516

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 30: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°7 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.4129	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°28: Ensayo de compresión simple Calicata N°7 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	54°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

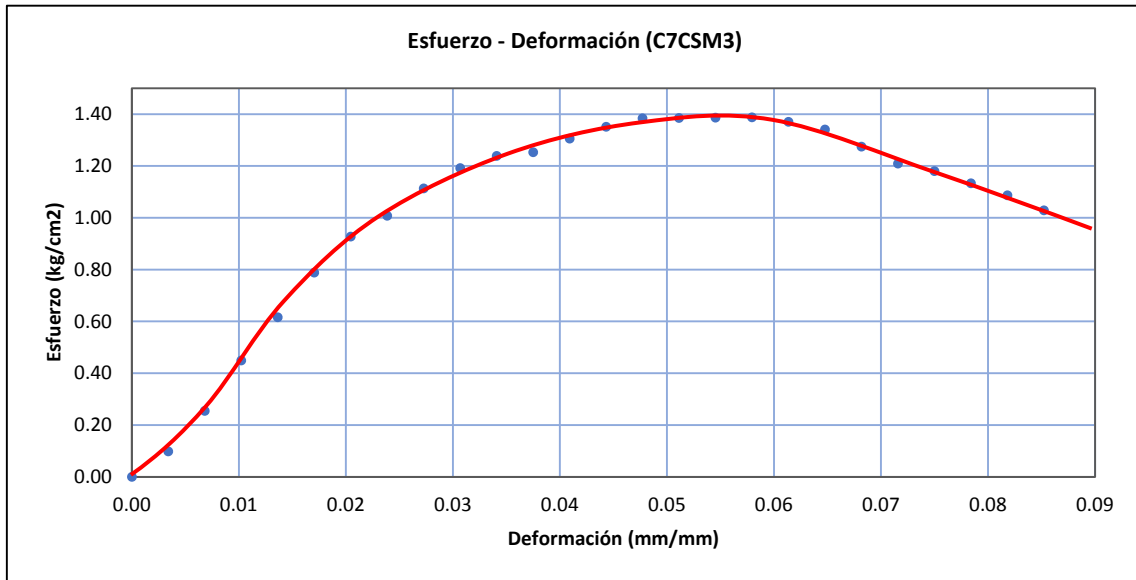
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C7		
COORDENADAS	ESTE: 778094.662	NORTE: 9251735.077	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	M3		
Peso de la tara (g):	58.86	Contenido de humedad %:	41.85%
Peso muestra húmeda + tara (g):	296.86	Peso específico húmedo:	17569.14 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	226.64	Peso específico seco:	12385.50 N/m3
Peso de agua (g):	70.22	Densidad húmeda:	1790.94 kg/m3
Peso seco:	167.78	Densidad seca:	1262.54 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C7CSM3	Área inicial: Ao (cm ²)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.8067	Peso (g)	239.64	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.5	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0983	0.1494
0.60	3.9	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2547	0.3872
0.90	6.9	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.4491	0.6827
1.20	9.5	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.6163	0.9367
1.50	12.2	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.7887	1.1988
1.80	14.4	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.9277	1.4101
2.10	15.7	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.0079	1.5320
2.40	17.4	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.1131	1.6920
2.70	18.7	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.1921	1.8120
3.00	19.5	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.2387	1.8829
3.30	19.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.2533	1.9051
3.60	20.7	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.3057	1.9847
3.90	21.5	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.3513	2.0541
4.20	22.1	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	1.3841	2.1038
4.50	22.2	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	1.3854	2.1058
4.80	22.3	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	1.3866	2.1077
5.10	22.4	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	1.3878	2.1095
5.40	22.2	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	1.3704	2.0831
5.70	21.8	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	1.3408	2.0381
6.00	20.8	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	1.2747	1.9376
6.30	19.8	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	1.2090	1.8377
6.60	19.4	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	1.1802	1.7939
6.90	18.7	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	1.1334	1.7228
7.20	18.0	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	1.0869	1.6522
7.50	17.1	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	1.0288	1.5638

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 31: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°7 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.3878	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°29: Ensayo de compresión simple Calicata N°7 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	51°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C8		
COORDENADAS	ESTE: 778122.7464	NORTE: 9251753.0003	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

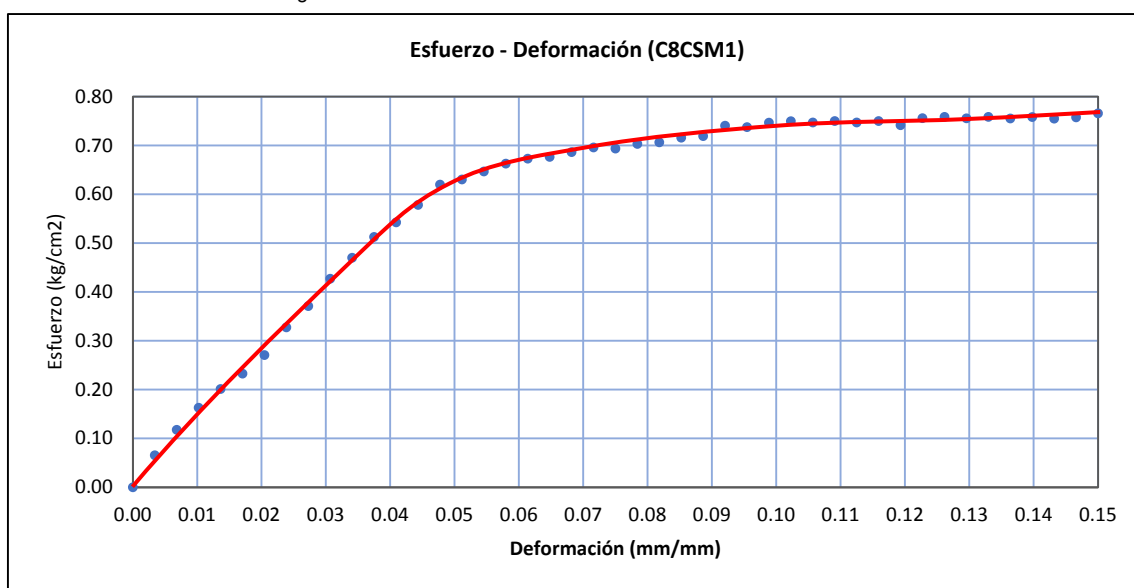
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	A6		
Peso de la tara (g):	58.18	Contenido de humedad %:	22.69%
Peso muestra húmeda + tara (g):	333.85	Peso específico húmedo:	20187.94 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	282.86	Peso específico seco:	16453.82 N/m3
Peso de agua (g):	50.99	Densidad húmeda:	2057.89 kg/m3
Peso seco:	224.68	Densidad seca:	1677.25 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C8CSM1	Área inicial: Ao (cm ²)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.8067	Peso (g)	275.36	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.0	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0655	0.0996
0.60	1.8	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1176	0.1787
0.90	2.5	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1627	0.2474
1.20	3.1	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.2011	0.3057
1.50	3.6	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.2327	0.3537
1.80	4.2	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.2706	0.4113
2.10	5.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.3274	0.4977
2.40	5.8	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.3710	0.5640
2.70	6.7	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.4271	0.6492
3.00	7.4	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.4701	0.7145
3.30	8.1	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.5127	0.7794
3.60	8.6	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.5425	0.8246
3.90	9.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.5782	0.8789
4.20	9.9	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.6200	0.9424
4.50	10.1	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.6303	0.9580
4.80	10.4	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.6467	0.9830
5.10	10.7	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.6629	1.0077
5.40	10.9	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.6729	1.0228
5.70	11.0	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.6766	1.0284
6.00	11.2	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.6864	1.0433
6.30	11.4	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.6961	1.0580
6.60	11.4	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.6935	1.0542
6.90	11.6	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.7031	1.0687
7.20	11.7	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.7065	1.0739
7.50	11.9	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.7159	1.0882
7.80	12.0	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.7192	1.0933
8.10	12.4	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.7404	1.1255
8.40	12.4	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.7377	1.1213
8.70	12.6	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.7467	1.1351
9.00	12.7	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.7498	1.1397
9.30	12.7	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.7470	1.1354
9.60	12.8	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.7500	1.1400
9.90	12.8	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.7471	1.1356
10.20	12.9	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.7501	1.1401
10.50	12.8	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.7414	1.1269
10.80	13.1	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.7558	1.1489

11.10	13.2	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.7586	1.1531
11.40	13.2	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.7557	1.1486
11.70	13.3	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.7584	1.1528
12.00	13.3	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.7554	1.1483
12.30	13.4	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.7581	1.1523
12.60	13.4	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.7551	1.1478
12.90	13.5	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.7577	1.1517
13.20	13.7	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.7659	1.1641

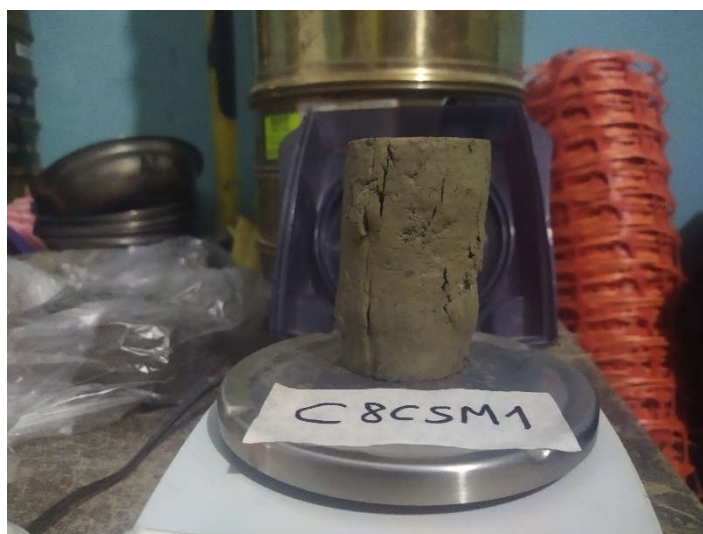
Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00% x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 32: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°8 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)=	0.7659	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°30: Ensayo de compresión simple Calicata N°8 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	-
-----------------------------------	---

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CALICATA N°:	C8
COORDENADAS	ESTE: 778122.746 NORTE: 9251753.000 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

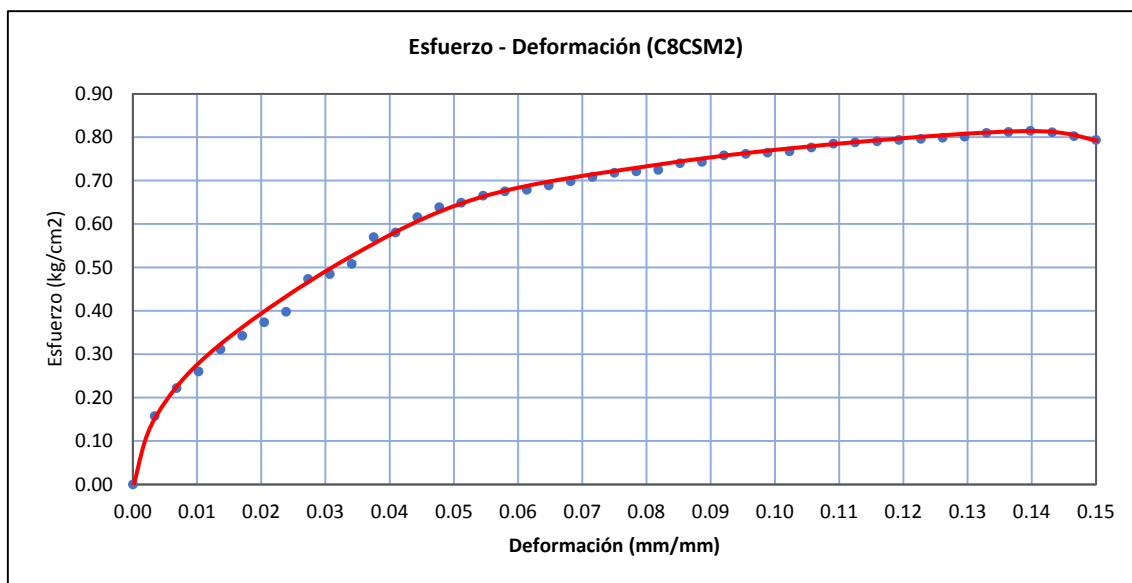
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	T22		
Peso de la tara (g):	62.7	Contenido de humedad %:	22.51%
Peso muestra húmeda + tara (g):	342.08	Peso específico húmedo:	20492.93 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	290.74	Peso específico seco:	16727.06 N/m3
Peso de agua (g):	51.34	Densidad húmeda:	2088.98 kg/m3
Peso seco:	228.04	Densidad seca:	1705.10 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C8CSM2		Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	279.52
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1573	0.2391
0.60	3.4	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2221	0.3376
0.90	4	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2604	0.3958
1.20	4.8	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.3114	0.4733
1.50	5.3	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3426	0.5208
1.80	5.8	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.3736	0.5680
2.10	6.2	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.3980	0.6050
2.40	7.4	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.4734	0.7196
2.70	7.6	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.4845	0.7364
3.00	8.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.5082	0.7725
3.30	9	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.5697	0.8660
3.60	9.2	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.5803	0.8821
3.90	9.8	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.6159	0.9363
4.20	10.2	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.6388	0.9710
4.50	10.4	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.6490	0.9865
4.80	10.7	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.6653	1.0113
5.10	10.9	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.6753	1.0265
5.40	11.0	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.6790	1.0322
5.70	11.2	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.6889	1.0471
6.00	11.4	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.6986	1.0619
6.30	11.6	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.7083	1.0766
6.60	11.8	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.7178	1.0911
6.90	11.9	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.7213	1.0963
7.20	12.0	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.7246	1.1015
7.50	12.3	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.7400	1.1248
7.80	12.4	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.7432	1.1297
8.10	12.7	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.7584	1.1527
8.40	12.8	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.7615	1.1574
8.70	12.9	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.7645	1.1621
9.00	13.0	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.7675	1.1667
9.30	13.2	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.7764	1.1801
9.60	13.4	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.7851	1.1934
9.90	13.5	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.7880	1.1977
10.20	13.6	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.7908	1.2020
10.50	13.7	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.7935	1.2061
10.80	13.8	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.7962	1.2102

11.10	13.9	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.7988	1.2143
11.40	14.0	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.8015	1.2182
11.70	14.2	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.8097	1.2308
12.00	14.3	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.8122	1.2346
12.30	14.4	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.8147	1.2383
12.60	14.4	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.8114	1.2334
12.90	14.3	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.8026	1.2200
13.20	14.2	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.7938	1.2066

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 33: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°8 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.8147 kg/cm2

Fotografía N°31: Ensayo de compresión simple Calicata N°8 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla= 61°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C8		
COORDENADAS	ESTE: 778122.746	NORTE: 9251753.000	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

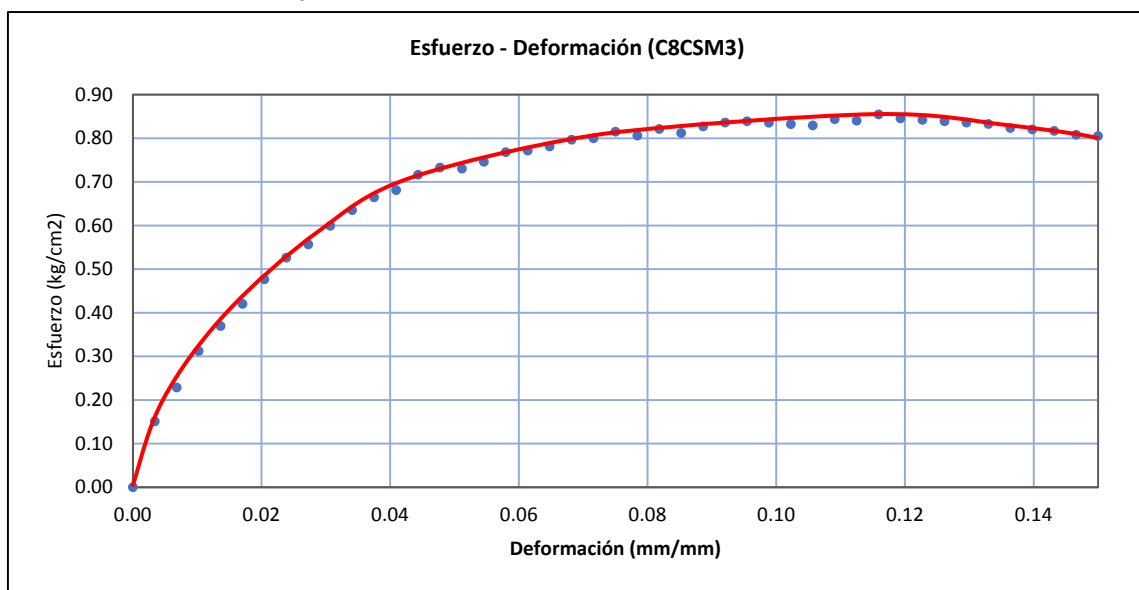
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	A12		
Peso de la tara (g):	58.00	Contenido de humedad %:	21.52%
Peso muestra húmeda + tara (g):	341.73	Peso específico húmedo:	20550.85 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	291.49	Peso específico seco:	16911.91 N/m3
Peso de agua (g):	50.24	Densidad húmeda:	2094.89 kg/m3
Peso seco:	233.49	Densidad seca:	1723.95 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C8CSM3	Área inicial: Ao (cm ²)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.807	Peso (g)	280.31	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.3	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1507	0.2291
0.60	3.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2286	0.3475
0.90	4.8	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.3125	0.4749
1.20	5.7	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.3698	0.5620
1.50	6.5	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.4202	0.6387
1.80	7.4	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.4767	0.7246
2.10	8.2	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.5264	0.8002
2.40	8.7	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.5566	0.8460
2.70	9.4	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.5992	0.9109
3.00	10.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.6352	0.9656
3.30	10.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.6647	1.0103
3.60	10.8	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.6812	1.0355
3.90	11.4	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.7165	1.0891
4.20	11.7	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7327	1.1138
4.50	11.7	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7301	1.1098
4.80	12.0	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.7462	1.1342
5.10	12.4	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.7682	1.1678
5.40	12.5	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.7716	1.1729
5.70	12.7	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.7811	1.1874
6.00	13.0	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.7967	1.2110
6.30	13.1	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.7999	1.2158
6.60	13.4	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.8152	1.2391
6.90	13.3	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.8061	1.2253
7.20	13.6	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.8212	1.2483
7.50	13.5	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.8122	1.2345
7.80	13.8	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.8271	1.2573
8.10	14.0	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.8360	1.2707
8.40	14.1	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.8388	1.2750
8.70	14.1	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.8356	1.2702
9.00	14.1	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.8325	1.2654
9.30	14.1	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.8293	1.2606
9.60	14.4	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.8437	1.2825
9.90	14.4	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.8405	1.2776
10.20	14.7	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.8547	1.2992
10.50	14.6	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.8456	1.2854
10.80	14.6	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.8423	1.2804

11.10	14.6	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.8391	1.2754
11.40	14.6	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.8358	1.2705
11.70	14.6	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.8325	1.2655
12.00	14.5	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.8236	1.2519
12.30	14.5	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.8203	1.2469
12.60	14.5	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.8171	1.2420
12.90	14.4	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.8082	1.2285
13.20	14.4	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.8050	1.2236

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 34: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°8 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.8547 kg/cm2

Fotografía N°32: Ensayo de compresión simple Calicata N°8 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla= 50°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

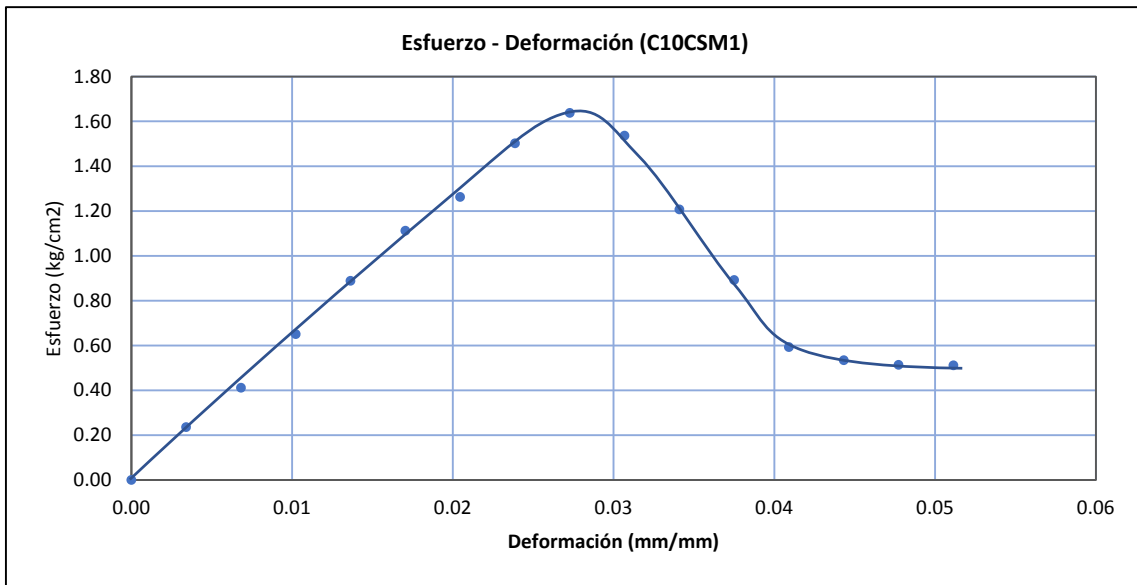
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C10		
COORDENADAS	ESTE: 778191.6672	NORTE: 9251733.1347	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	A11		
Peso de la tara (g):	56.06	Contenido de humedad %:	27.91%
Peso muestra húmeda + tara (g):	309.66	Peso específico húmedo:	18691.58 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	254.32	Peso específico seco:	14612.75 N/m3
Peso de agua (g):	55.34	Densidad húmeda:	1905.36 kg/m3
Peso seco:	198.26	Densidad seca:	1489.58 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C10CSM1		Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	254.95
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	3.6	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.2360	0.3587
0.60	6.3	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.4115	0.6255
0.90	10.0	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.6509	0.9895
1.20	13.7	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.8887	1.3509
1.50	17.2	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.1119	1.6901
1.80	19.6	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.2627	1.9193
2.10	23.4	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.5022	2.2834
2.40	25.6	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.6377	2.4894
2.70	24.1	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.5363	2.3353
3.00	19.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.2070	1.8346
3.30	14.1	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.8925	1.3567
3.60	9.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.5929	0.9013
3.90	8.5	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.5342	0.8121
4.20	8.2	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.5135	0.7806
4.50	8.2	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.5117	0.7778

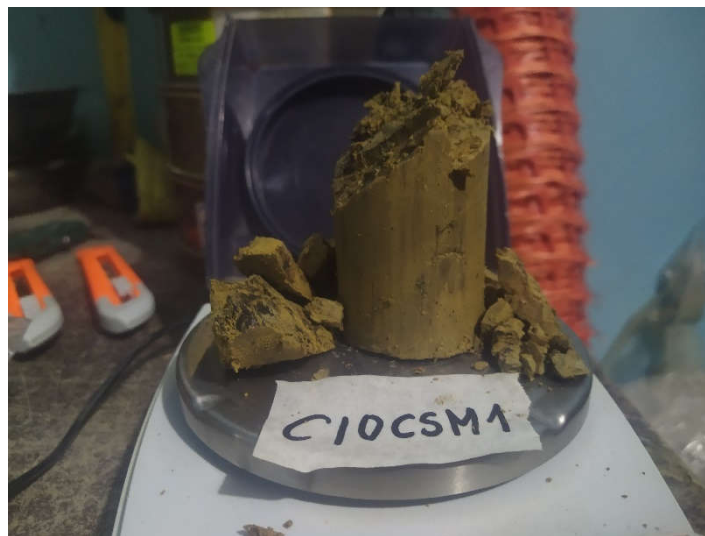
Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 35: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°10 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (q_u)=	1.6377	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°33: Ensayo de compresión simple Calicata N°10 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	37°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

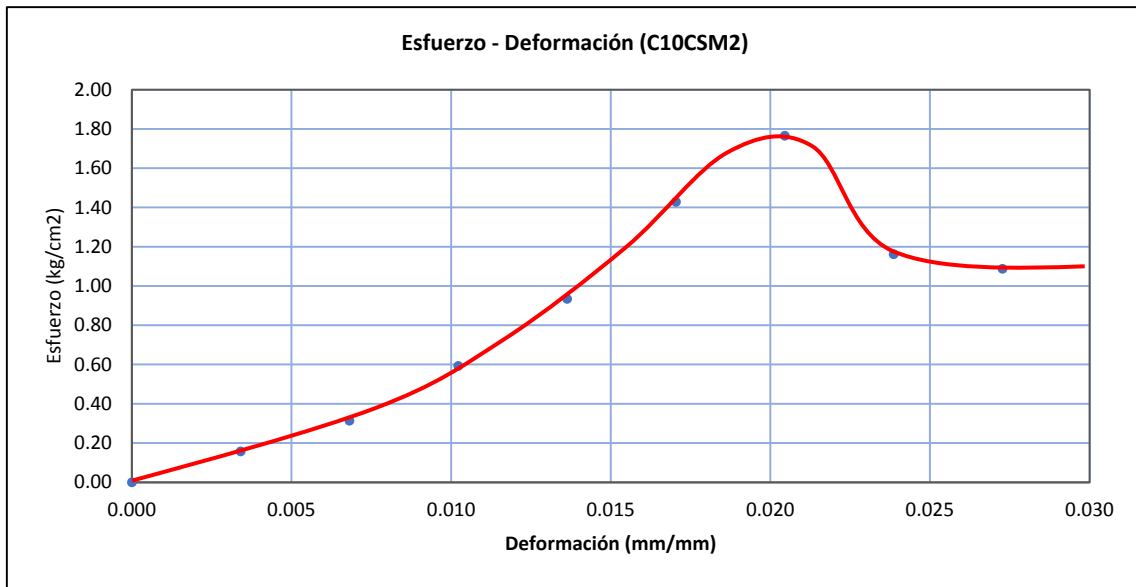
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C10		
COORDENADAS	ESTE: 778191.667	NORTE: 9251733.135	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	T23		
Peso de la tara (g):	62.80	Contenido de humedad %:	26.64%
Peso muestra húmeda + tara (g):	317.19	Peso específico húmedo:	18942.32 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	263.68	Peso específico seco:	14957.87 N/m3
Peso de agua (g):	53.51	Densidad húmeda:	1930.92 kg/m3
Peso seco:	200.88	Densidad seca:	1524.76 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C10CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	258.37
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1573	0.2391
0.60	4.8	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.3135	0.4766
0.90	9.1	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.5924	0.9004
1.20	14.4	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.9341	1.4199
1.50	22.1	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.4287	2.1716
1.80	27.4	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.7651	2.6831
2.10	18.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.1620	1.7662
2.40	17.0	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.0875	1.6531

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 36: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°10 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.7651	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°34: Ensayo de compresión simple Calicata N°10 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	38°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

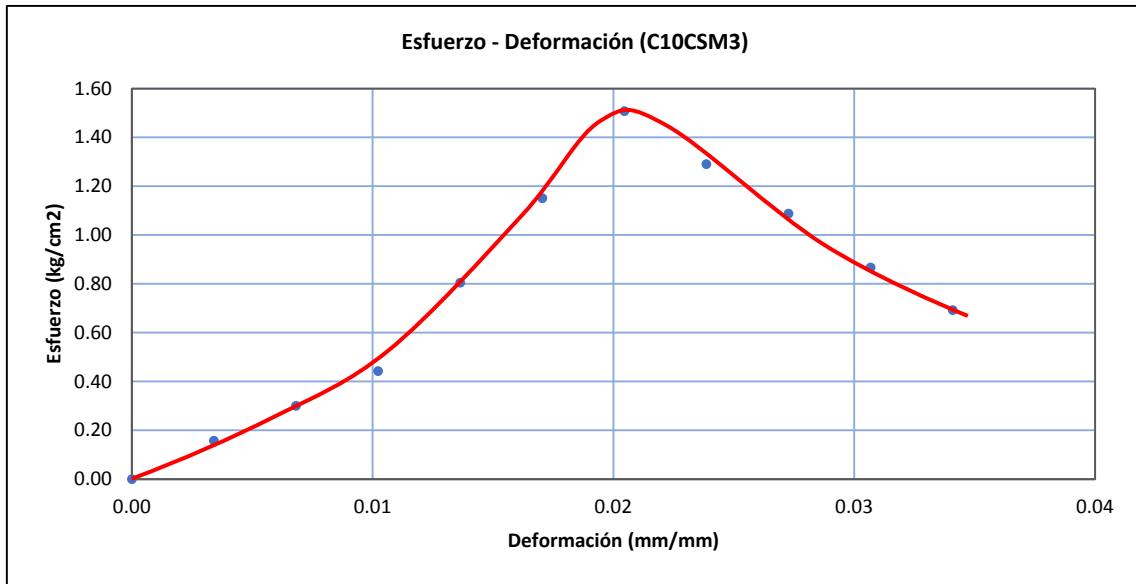
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C10		
COORDENADAS	ESTE: 778191.667	NORTE: 9251733.135	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	A8		
Peso de la tara (g):	54.1	Contenido de humedad %:	27.43%
Peso muestra húmeda + tara (g):	312.47	Peso específico húmedo:	18974.58 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	256.85	Peso específico seco:	14889.87 N/m3
Peso de agua (g):	55.62	Densidad húmeda:	1934.21 kg/m3
Peso seco:	202.75	Densidad seca:	1517.83 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C10CSM3		Área inicial: Ao (cm ²)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.807	Peso (g)	258.81
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1573	0.2391
0.60	4.6	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.3005	0.4567
0.90	6.8	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.4426	0.6728
1.20	12.4	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.8044	1.2227
1.50	17.8	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.1507	1.7491
1.80	23.4	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.5075	2.2914
2.10	20.1	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.2904	1.9614
2.40	17.0	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.0875	1.6531
2.70	13.6	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.8670	1.3178
3.00	10.9	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.6924	1.0525

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 37: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°10 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.5075	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°35: Ensayo de compresión simple Calicata N°10 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	44°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

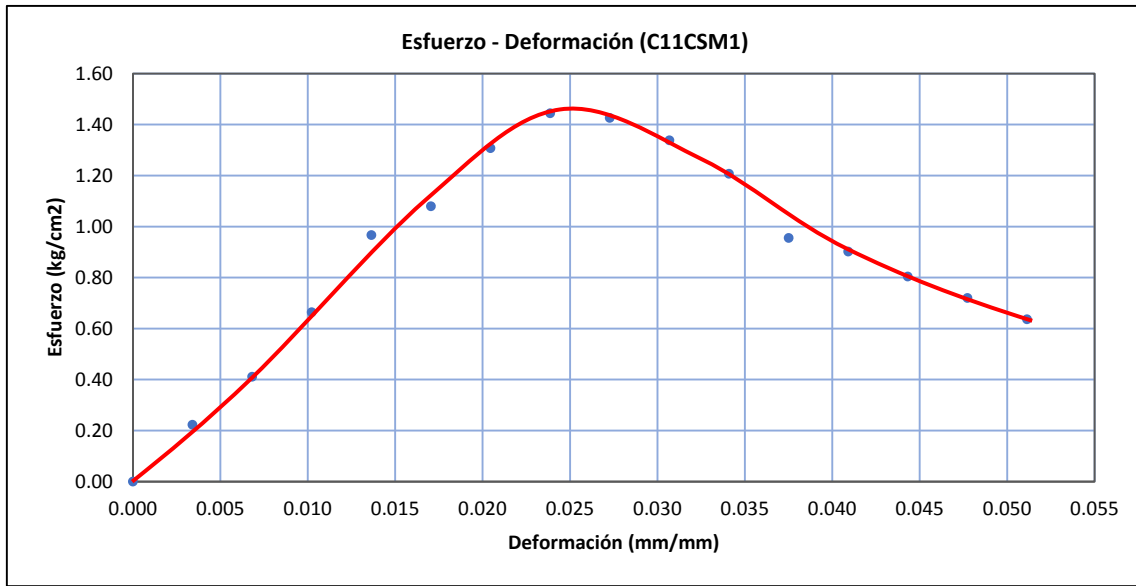
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CALICATA N°:	C11
COORDENADAS	ESTE: 778188.6094 NORTE: 9251772.3521 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D10		
Peso de la tara (g):	56.40	Contenido de humedad %:	24.97%
Peso muestra húmeda + tara (g):	316.81	Peso específico húmedo:	19091.88 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	264.77	Peso específico seco:	15276.59 N/m3
Peso de agua (g):	52.04	Densidad húmeda:	1946.17 kg/m3
Peso seco:	208.37	Densidad seca:	1557.25 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C11CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	260.41	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	3.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.2228	0.3387
0.60	6.3	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.4115	0.6255
0.90	10.2	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.6640	1.0092
1.20	14.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.9666	1.4692
1.50	16.7	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.0796	1.6410
1.80	20.3	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.3078	1.9878
2.10	22.5	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.4444	2.1956
2.40	22.3	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.4266	2.1685
2.70	21.0	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.3387	2.0349
3.00	19.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.2070	1.8346
3.30	15.1	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.9558	1.4529
3.60	14.3	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.9020	1.3711
3.90	12.8	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.8045	1.2229
4.20	11.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.7202	1.0948
4.50	10.2	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.6365	0.9675

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 38: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°11 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (q_u)=	1.4444	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°36: Ensayo de compresión simple Calicata N°11 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	53°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

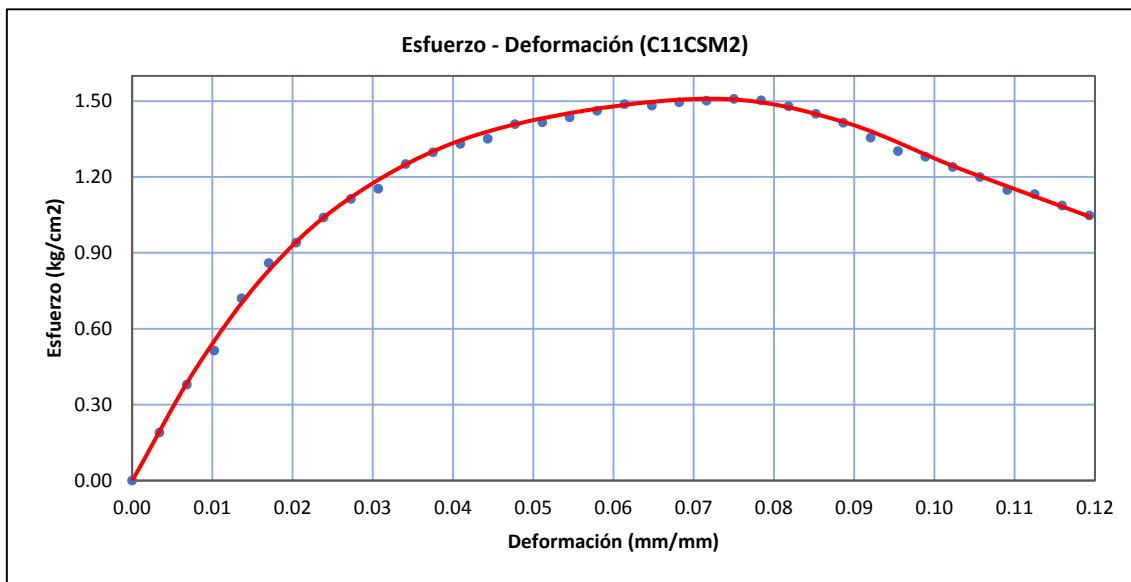
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C11		
COORDENADAS	ESTE: 778188.609	NORTE: 9251772.352	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	A9		
Peso de la tara (g):	56.90	Contenido de humedad %:	25.40%
Peso muestra húmeda + tara (g):	342.64	Peso específico húmedo:	19530.30 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	284.76	Peso específico seco:	15574.21 N/m3
Peso de agua (g):	57.88	Densidad húmeda:	1990.86 kg/m3
Peso seco:	227.86	Densidad seca:	1587.59 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C11CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	266.39
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.9	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1901	0.2889
0.60	5.8	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.3788	0.5759
0.90	7.9	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.5142	0.7817
1.20	11.1	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.7201	1.0945
1.50	13.3	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.8598	1.3069
1.80	14.6	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.9406	1.4297
2.10	16.2	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.0400	1.5808
2.40	17.4	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.1131	1.6920
2.70	18.1	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.1539	1.7539
3.00	19.7	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.2514	1.9022
3.30	20.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.2977	1.9725
3.60	21.1	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.3309	2.0230
3.90	21.5	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.3513	2.0541
4.20	22.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	1.4091	2.1419
4.50	22.7	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	1.4166	2.1532
4.80	23.1	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	1.4363	2.1833
5.10	23.6	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	1.4621	2.2225
5.40	24.1	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	1.4877	2.2614
5.70	24.1	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	1.4823	2.2532
6.00	24.4	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	1.4953	2.2729
6.30	24.6	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	1.5020	2.2832
6.60	24.8	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	1.5087	2.2933
6.90	24.8	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	1.5031	2.2848
7.20	24.5	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	1.4794	2.2488
7.50	24.1	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	1.4499	2.2039
7.80	23.6	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	1.4145	2.1501
8.10	22.7	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	1.3555	2.0604
8.40	21.9	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	1.3028	1.9803
8.70	21.6	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	1.2801	1.9458
9.00	21.0	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	1.2398	1.8846
9.30	20.4	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	1.1999	1.8238
9.60	19.6	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	1.1484	1.7456
9.90	19.4	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	1.1323	1.7212
10.20	18.7	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	1.0873	1.6527
10.50	18.1	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	1.0483	1.5935

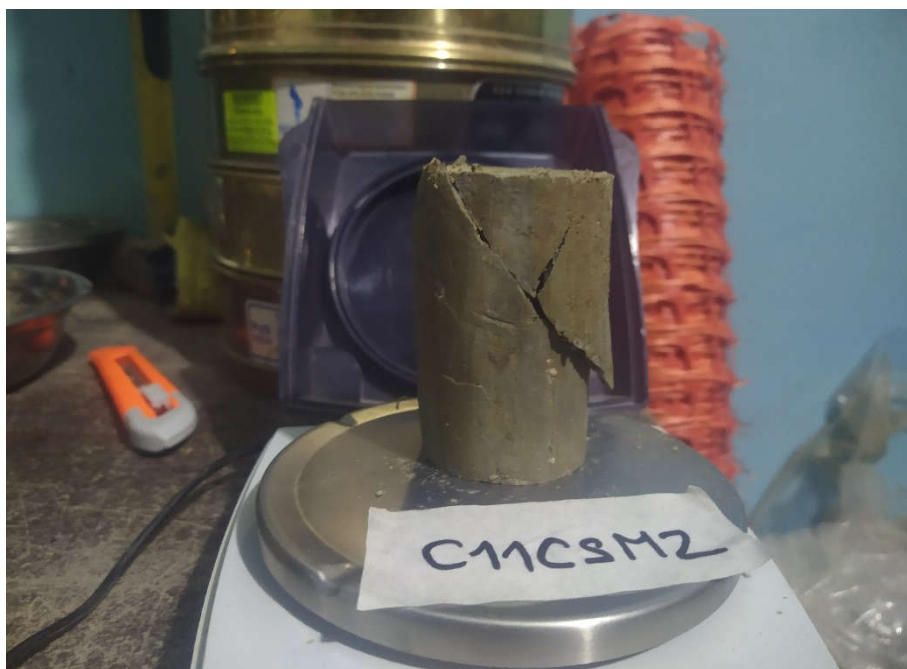
Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 39: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°11 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (q_u)= 1.5087 kg/cm²

Fotografía N°37: Ensayo de compresión simple Calicata N°11 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla= 49°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

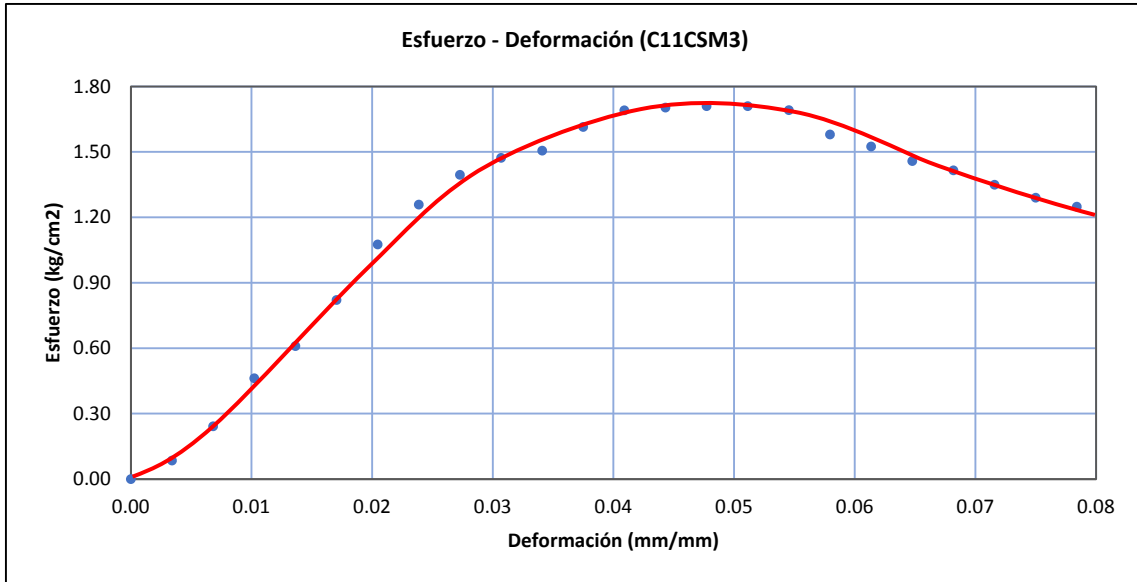
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C11		
COORDENADAS	ESTE: 778188.609	NORTE: 9251772.352	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D2		
Peso de la tara (g):	56.05	Contenido de humedad %:	25.59%
Peso muestra húmeda + tara (g):	319.18	Peso específico húmedo:	19344.09 N/m ³
Peso muestra seca + tara (g):	265.56	Peso específico seco:	15402.19 N/m ³
Peso de agua (g):	53.62	Densidad húmeda:	1971.87 kg/m ³
Peso seco:	209.51	Densidad seca:	1570.05 kg/m ³

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C11CSM3	Área inicial: Ao (cm ²)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.807	Peso (g)	263.85
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.3	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0852	0.1295
0.60	3.7	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2417	0.3674
0.90	7.1	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.4622	0.7025
1.20	9.4	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.6098	0.9269
1.50	12.7	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.8210	1.2480
1.80	16.7	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.0758	1.6353
2.10	19.6	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.2583	1.9126
2.40	21.8	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.3946	2.1199
2.70	23.1	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.4726	2.2384
3.00	23.7	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.5055	2.2885
3.30	25.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.6142	2.4536
3.60	26.8	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.6904	2.5695
3.90	27.1	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.7033	2.5891
4.20	27.3	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	1.7097	2.5989
4.50	27.4	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	1.7099	2.5990
4.80	27.2	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	1.6913	2.5708
5.10	25.5	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	1.5799	2.4014
5.40	24.7	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	1.5248	2.3177
5.70	23.7	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	1.4577	2.2158
6.00	23.1	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	1.4156	2.1518
6.30	22.1	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	1.3494	2.0511
6.60	21.2	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	1.2897	1.9604
6.90	20.6	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	1.2486	1.8979

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 40: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°11 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.7099	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°38: Ensayo de compresión simple Calicata N°11 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	51°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

CALICATA N°: C12

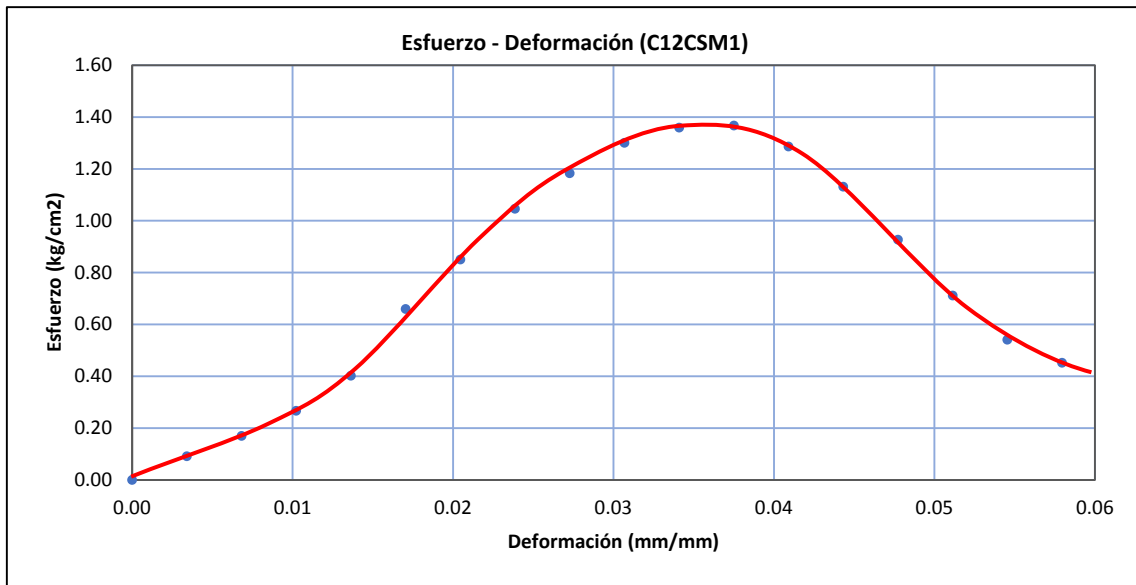
COORDENADAS ESTE: 778185.5573 NORTE: 9251811.5669 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D14		
Peso de la tara (g):	112.63	Contenido de humedad %:	18.84%
Peso muestra húmeda + tara (g):	369.47	Peso específico húmedo:	19201.12 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	328.76	Peso específico seco:	16157.68 N/m3
Peso de agua (g):	40.71	Densidad húmeda:	1957.30 kg/m3
Peso seco:	216.13	Densidad seca:	1647.06 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C12CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	261.90
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0918	0.1395
0.60	2.6	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1698	0.2581
0.90	4.1	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2669	0.4057
1.20	6.2	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.4022	0.6113
1.50	10.2	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.6594	1.0023
1.80	13.2	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.8504	1.2926
2.10	16.3	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.0464	1.5906
2.40	18.5	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.1835	1.7990
2.70	20.4	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.3005	1.9768
3.00	21.4	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.3594	2.0664
3.30	21.6	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	1.3673	2.0783
3.60	20.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	1.2868	1.9559
3.90	18.0	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	1.1313	1.7197
4.20	14.8	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.9269	1.4089
4.50	11.4	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.7114	1.0814
4.80	8.7	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.5410	0.8223
5.10	7.3	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.4523	0.6875

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 41: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°12 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.3673	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°39: Ensayo de compresión simple Calicata N°12 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	56°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

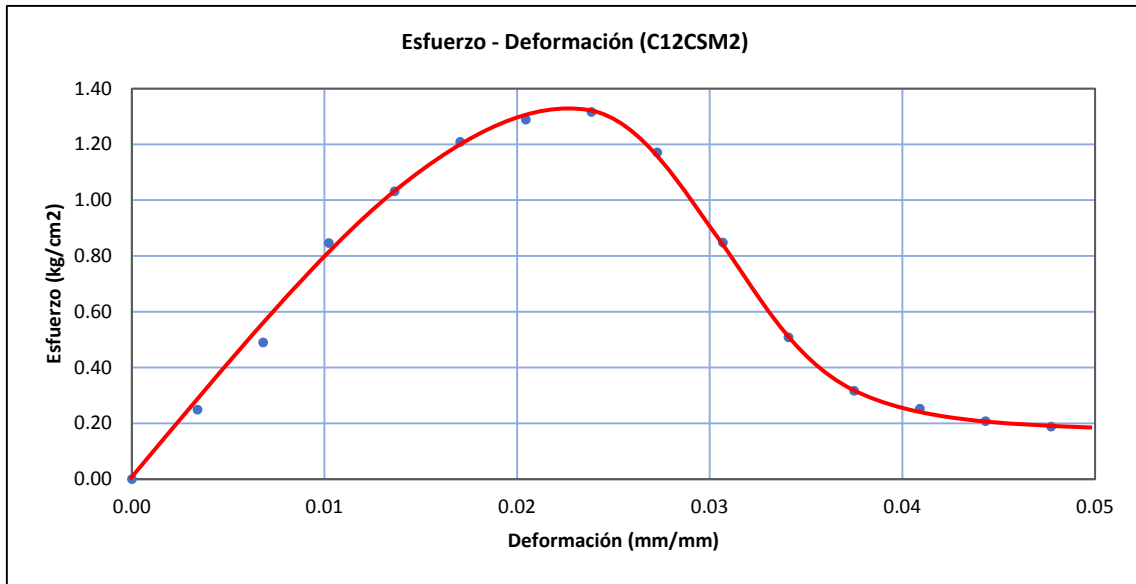
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C12		
COORDENADAS	ESTE: 778185.557	NORTE: 9251811.567	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D23		
Peso de la tara (g):	111.78	Contenido de humedad %:	19.03%
Peso muestra húmeda + tara (g):	372.15	Peso específico húmedo:	19330.89 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	330.52	Peso específico seco:	16240.11 N/m3
Peso de agua (g):	41.63	Densidad húmeda:	1970.53 kg/m3
Peso seco:	218.74	Densidad seca:	1655.47 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C12CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	263.67	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	3.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.2491	0.3786
0.60	7.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.4899	0.7446
0.90	13.0	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.8462	1.2863
1.20	15.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	1.0314	1.5678
1.50	18.7	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.2089	1.8375
1.80	20.0	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.2884	1.9585
2.10	20.5	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.3160	2.0004
2.40	18.3	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.1707	1.7795
2.70	13.3	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.8479	1.2888
3.00	8.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.5082	0.7725
3.30	5.0	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.3165	0.4811
3.60	4.0	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.2523	0.3835
3.90	3.3	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.2074	0.3153
4.20	3.0	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.1879	0.2856

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 42: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°12 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.3160	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°40: Ensayo de compresión simple Calicata N°12 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	59°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

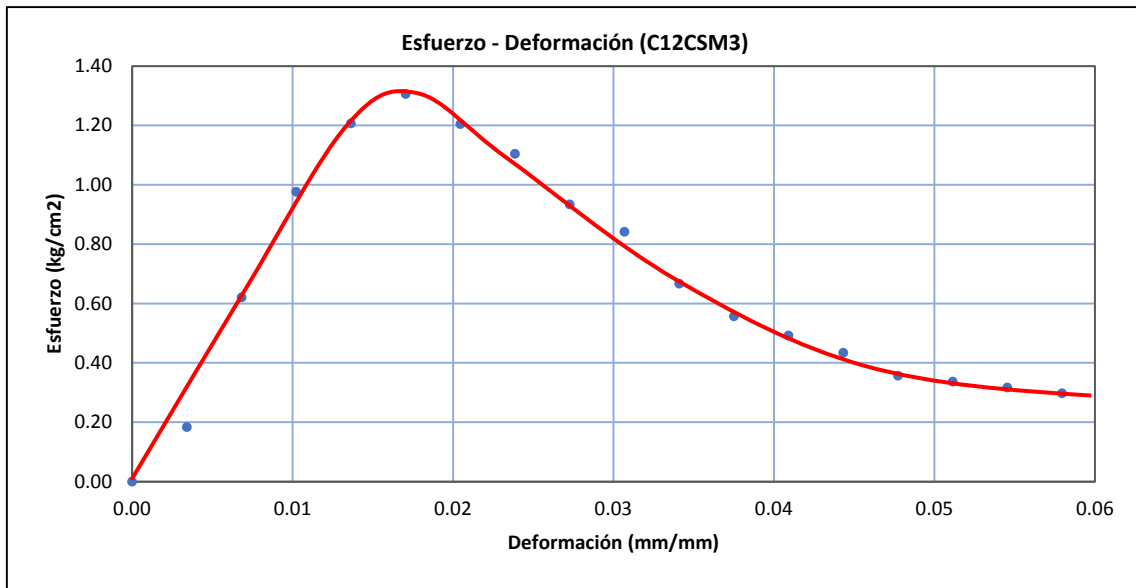
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C12		
COORDENADAS	ESTE: 778185.557	NORTE: 9251811.567	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	M3		
Peso de la tara (g):	134.35	Contenido de humedad %:	18.92%
Peso muestra húmeda + tara (g):	376.48	Peso específico húmedo:	19076.49 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	337.95	Peso específico seco:	16040.86 N/m3
Peso de agua (g):	38.53	Densidad húmeda:	1944.60 kg/m3
Peso seco:	203.6	Densidad seca:	1635.15 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C12CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	260.20
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1835	0.2790
0.60	9.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.6205	0.9432
0.90	15.0	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.9764	1.4842
1.20	18.6	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	1.2066	1.8340
1.50	20.2	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.3058	1.9849
1.80	18.7	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.2047	1.8312
2.10	17.2	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.1042	1.6784
2.40	14.6	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.9340	1.4197
2.70	13.2	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.8415	1.2791
3.00	10.5	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.6670	1.0139
3.30	8.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.5570	0.8467
3.60	7.8	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.4920	0.7479
3.90	6.9	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.4337	0.6592
4.20	5.7	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.3570	0.5426
4.50	5.4	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.3370	0.5122
4.80	5.1	88.000	0.055	15.205	16.083	0.317	0.482
5.10	4.8	88.000	0.058	15.205	16.141	0.297	0.452

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 43: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°12 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (q_u)=	1.3058	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°41: Ensayo de compresión simple Calicata N°12 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	52°	
----------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

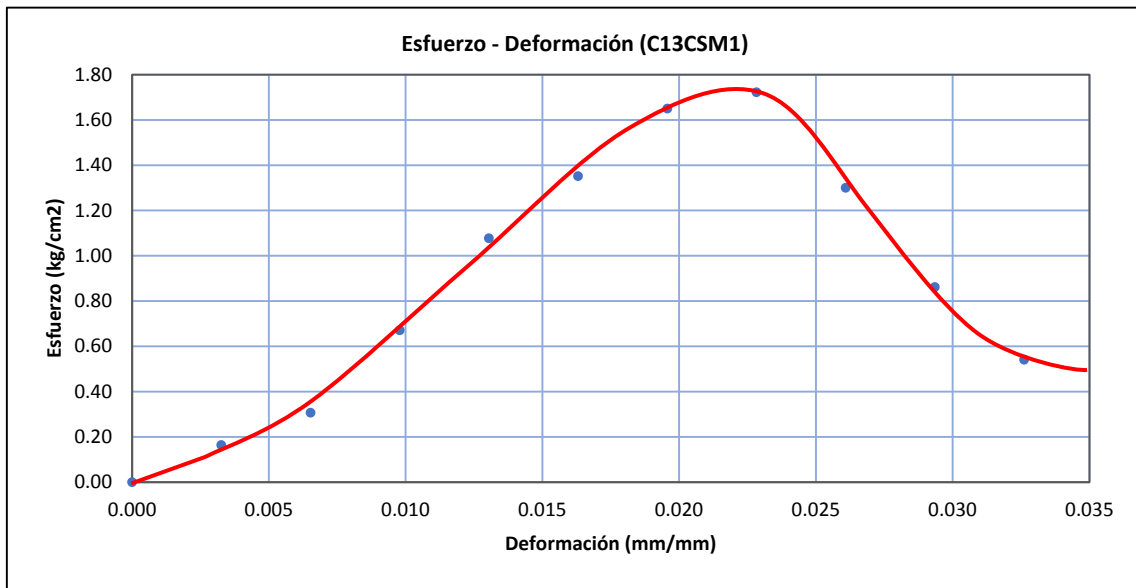
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C13		
COORDENADAS	ESTE: 778259.2550	NORTE: 9251738.3983	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D6		
Peso de la tara (g):	55.30	Contenido de humedad %:	17.58%
Peso muestra húmeda + tara (g):	348.31	Peso específico húmedo:	21382.46 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	304.50	Peso específico seco:	18185.41 N/m3
Peso de agua (g):	43.81	Densidad húmeda:	2179.66 kg/m3
Peso seco:	249.20	Densidad seca:	1853.76 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C13CSM1	Área inicial: Ao (cm ²)		15.2053	Alt. inicial (cm):	9.20	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		139.8888	Peso (g)	304.91	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	92.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	2.5	92.00	0.0033	15.2053	15.2551	0.1639	0.2491
0.60	4.7	92.00	0.0065	15.2053	15.3051	0.3071	0.4668
0.90	10.3	92.00	0.0098	15.2053	15.3555	0.6708	1.0196
1.20	16.6	92.00	0.0130	15.2053	15.4063	1.0775	1.6378
1.50	20.9	92.00	0.0163	15.2053	15.4573	1.3521	2.0553
1.80	25.6	92.00	0.0196	15.2053	15.5087	1.6507	2.5091
2.10	26.8	92.00	0.0228	15.2053	15.5605	1.7223	2.6180
2.40	20.3	92.00	0.0261	15.2053	15.6126	1.3002	1.9764
2.70	13.5	92.00	0.0293	15.2053	15.6650	0.8618	1.3100
3.00	8.5	92.00	0.0326	15.2053	15.7178	0.5408	0.8220

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.09
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 44: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°13 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (q_u)=	1.7223	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°42: Ensayo de compresión simple Calicata N°13 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	59°	
----------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

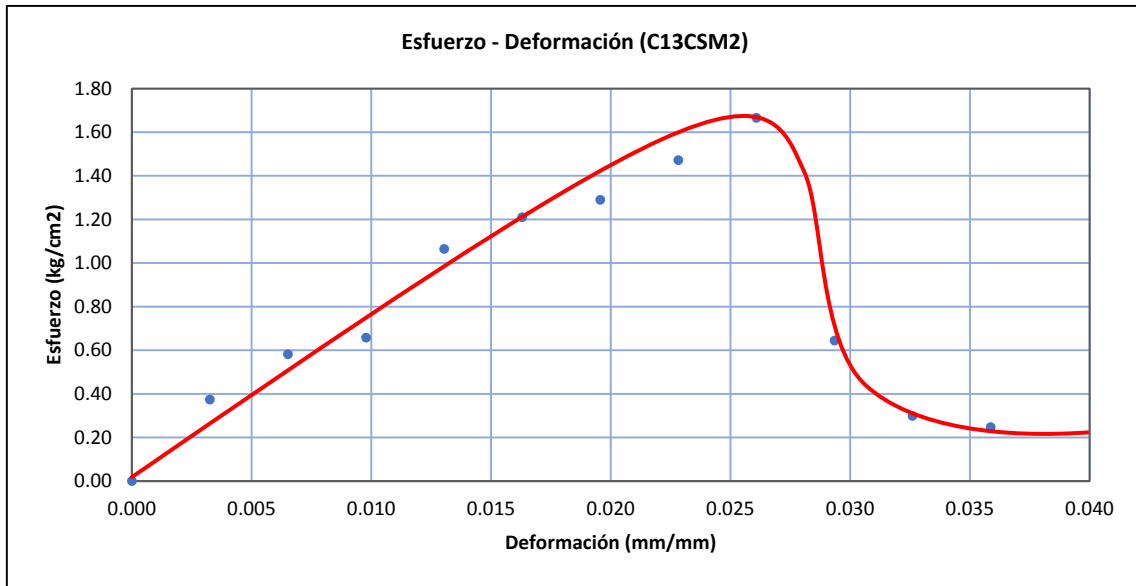
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C13		
COORDENADAS	ESTE: 778259.2550	NORTE: 9251738.3983	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D15		
Peso de la tara (g):	111.00	Contenido de humedad %:	17.31%
Peso muestra húmeda + tara (g):	432.05	Peso específico húmedo:	21645.10 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	384.67	Peso específico seco:	18450.76 N/m3
Peso de agua (g):	47.38	Densidad húmeda:	2206.43 kg/m3
Peso seco:	273.67	Densidad seca:	1880.81 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C13CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	9.70	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		147.4915	Peso (g)	325.43	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	92.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	5.7	92.00	0.0033	15.2053	15.2551	0.3736	0.5680
0.60	8.9	92.00	0.0065	15.2053	15.3051	0.5815	0.8839
0.90	10.1	92.00	0.0098	15.2053	15.3555	0.6577	0.9998
1.20	16.4	92.00	0.0130	15.2053	15.4063	1.0645	1.6181
1.50	18.7	92.00	0.0163	15.2053	15.4573	1.2098	1.8389
1.80	20.0	92.00	0.0196	15.2053	15.5087	1.2896	1.9602
2.10	22.9	92.00	0.0228	15.2053	15.5605	1.4717	2.2370
2.40	26.0	92.00	0.0261	15.2053	15.6126	1.6653	2.5314
2.70	10.1	92.00	0.0293	15.2053	15.6650	0.6447	0.9800
3.00	4.7	92.00	0.0326	15.2053	15.7178	0.2990	0.4545
3.30	3.9	92.00	0.0359	15.2053	15.7710	0.2473	0.3759

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.20
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 45: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°13 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.6653	kg/cm ²
---	--------	--------------------

Fotografía N°43: Ensayo de compresión simple Calicata N°13 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	52°
-----------------------------------	-----

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

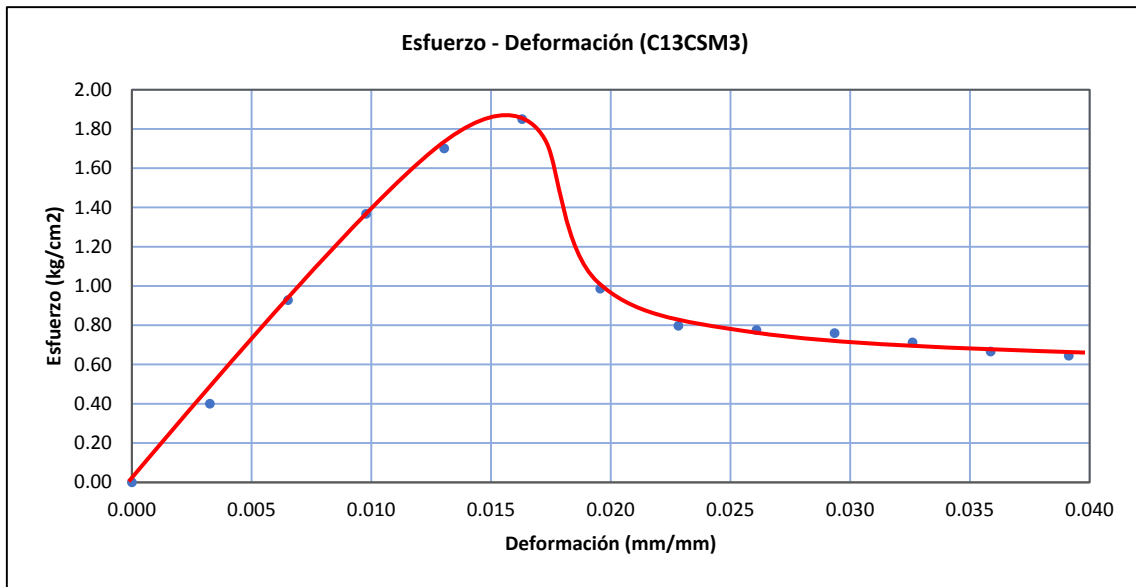
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C13		
COORDENADAS	ESTE: 778259.255	NORTE: 9251738.398	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D21		
Peso de la tara (g):	111.48	Contenido de humedad %:	18.93%
Peso muestra húmeda + tara (g):	443.15	Peso específico húmedo:	21482.24 N/m ³
Peso muestra seca + tara (g):	390.35	Peso específico seco:	18062.39 N/m ³
Peso de agua (g):	52.8	Densidad húmeda:	2189.83 kg/m ³
Peso seco:	278.87	Densidad seca:	1841.22 kg/m ³

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C13CSM3	Área inicial: Ao (cm ²)		15.2053	Alt. inicial (cm):	10.20	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		155.0941	Peso (g)	339.63	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	92.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	6.1	92.00	0.0033	15.2053	15.2551	0.3999	0.6078
0.60	14.2	92.00	0.0065	15.2053	15.3051	0.9278	1.4103
0.90	21.0	92.00	0.0098	15.2053	15.3555	1.3676	2.0788
1.20	26.2	92.00	0.0130	15.2053	15.4063	1.7006	2.5850
1.50	28.6	92.00	0.0163	15.2053	15.4573	1.8503	2.8125
1.80	15.3	92.00	0.0196	15.2053	15.5087	0.9865	1.4996
2.10	12.4	92.00	0.0228	15.2053	15.5605	0.7969	1.2113
2.40	12.1	92.00	0.0261	15.2053	15.6126	0.7750	1.1781
2.70	11.9	92.00	0.0293	15.2053	15.6650	0.7597	1.1547
3.00	11.2	92.00	0.0326	15.2053	15.7178	0.7126	1.0831
3.30	10.5	92.000	0.036	15.205	15.771	0.666	1.012
3.60	10.2	92.000	0.039	15.205	15.825	0.645	0.980

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.32
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 46: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°13 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	1.8503	kg/cm ²
--	--------	--------------------

Fotografía N°44: Ensayo de compresión simple Calicata N°13 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	71°	
----------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA
CALICATA N°:	C14
COORDENADAS	ESTE: 778256.2084 NORTE: 9251777.6104 PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

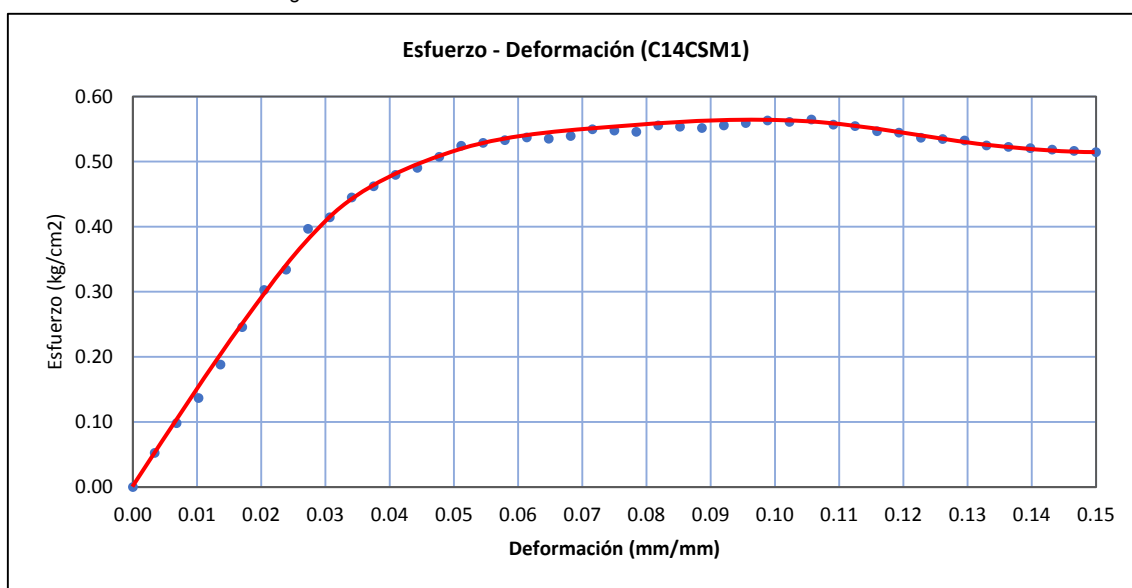
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	T33		
Peso de la tara (g):	130.20	Contenido de humedad %:	35.30%
Peso muestra húmeda + tara (g):	356.63	Peso específico húmedo:	17173.24 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	297.56	Peso específico seco:	12693.16 N/m3
Peso de agua (g):	59.07	Densidad húmeda:	1750.58 kg/m3
Peso seco:	167.36	Densidad seca:	1293.90 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C14CSM1		Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	234.24
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	0.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0524	0.0797
0.60	1.5	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.0980	0.1489
0.90	2.1	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1367	0.2078
1.20	2.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.1881	0.2860
1.50	3.8	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.2457	0.3734
1.80	4.7	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.3028	0.4602
2.10	5.2	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.3338	0.5074
2.40	6.2	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.3966	0.6029
2.70	6.5	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.4144	0.6299
3.00	7.0	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.4447	0.6759
3.30	7.3	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.4621	0.7024
3.60	7.6	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.4794	0.7287
3.90	7.8	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.4902	0.7452
4.20	8.1	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.5073	0.7711
4.50	8.4	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.5242	0.7968
4.80	8.5	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.5285	0.8034
5.10	8.6	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.5328	0.8099
5.40	8.7	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.5371	0.8164
5.70	8.7	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.5351	0.8134
6.00	8.8	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.5393	0.8197
6.30	9.0	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.5495	0.8353
6.60	9.0	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.5475	0.8322
6.90	9.0	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.5455	0.8292
7.20	9.2	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.5555	0.8445
7.50	9.2	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.5535	0.8413
7.80	9.2	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.5514	0.8382
8.10	9.3	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.5553	0.8441
8.40	9.4	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.5592	0.8500
8.70	9.5	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.5630	0.8558
9.00	9.5	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.5609	0.8526
9.30	9.6	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.5646	0.8583
9.60	9.5	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.5566	0.8461
9.90	9.5	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.5545	0.8429
10.20	9.4	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.5465	0.8308
10.50	9.4	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.5444	0.8276
10.80	9.3	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.5366	0.8156

11.10	9.3	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.5345	0.8124
11.40	9.3	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.5324	0.8093
11.70	9.2	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.5246	0.7974
12.00	9.2	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.5225	0.7943
12.30	9.2	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.5205	0.7912
12.60	9.2	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.5184	0.7880
12.90	9.2	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.5164	0.7849
13.20	9.2	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.5143	0.7817

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 47: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°14 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.5646 kg/cm2

Fotografía N°45: Ensayo de compresión simple Calicata N°14 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla= -

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C14		
COORDENADAS	ESTE: 778256.2084	NORTE: 9251777.6104	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

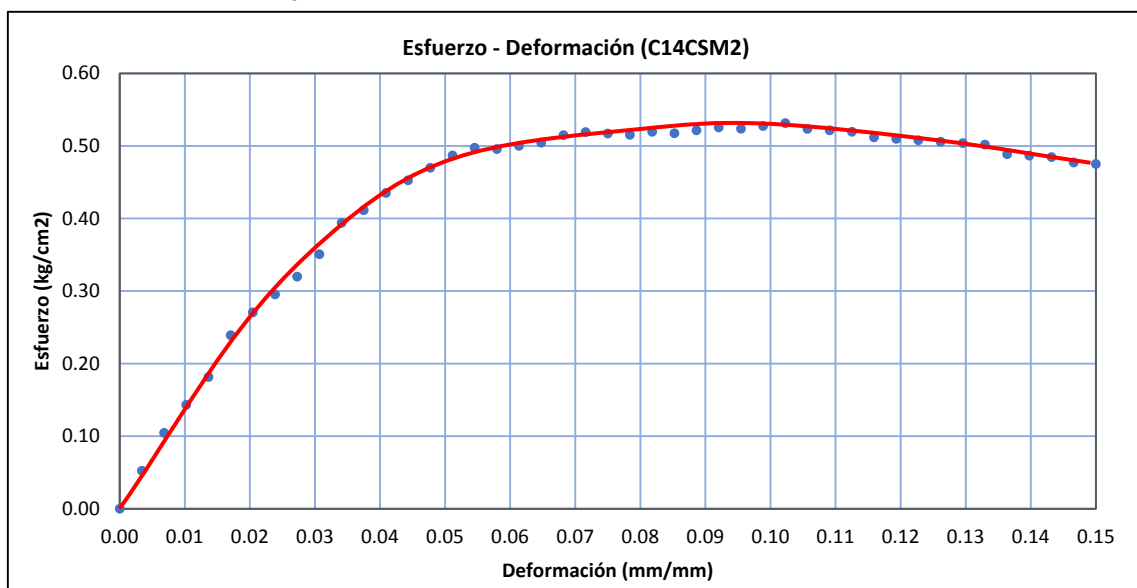
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	T32		
Peso de la tara (g):	134.36	Contenido de humedad %:	33.68%
Peso muestra húmeda + tara (g):	375.91	Peso específico húmedo:	17748.02 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	315.05	Peso específico seco:	13276.30 N/m3
Peso de agua (g):	60.86	Densidad húmeda:	1809.18 kg/m3
Peso seco:	180.69	Densidad seca:	1353.34 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C1CSM2	Área inicial: Ao (cm ²)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm ³)		133.807	Peso (g)	242.08
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm ²)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (N/pulg ²)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	0.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.0524	0.0797
0.60	1.6	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.1045	0.1589
0.90	2.2	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.1432	0.2177
1.20	2.8	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.1816	0.2761
1.50	3.7	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.2392	0.3636
1.80	4.2	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.2706	0.4113
2.10	4.6	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.2953	0.4489
2.40	5.0	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.3199	0.4862
2.70	5.5	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.3506	0.5330
3.00	6.2	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.3939	0.5987
3.30	6.5	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.4115	0.6254
3.60	6.9	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.4352	0.6616
3.90	7.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.4525	0.6879
4.20	7.5	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.4697	0.7140
4.50	7.8	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.4867	0.7399
4.80	8.0	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.4974	0.7561
5.10	8.0	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.4956	0.7534
5.40	8.1	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.5000	0.7601
5.70	8.2	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.5044	0.7666
6.00	8.4	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.5148	0.7825
6.30	8.5	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.5190	0.7889
6.60	8.5	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.5171	0.7860
6.90	8.5	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.5152	0.7831
7.20	8.6	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.5193	0.7894
7.50	8.6	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.5174	0.7865
7.80	8.7	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.5215	0.7926
8.10	8.8	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.5255	0.7987
8.40	8.8	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.5235	0.7957
8.70	8.9	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.5275	0.8018
9.00	9.0	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.5314	0.8077
9.30	8.9	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.5235	0.7957
9.60	8.9	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.5215	0.7927
9.90	8.9	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.5195	0.7896
10.20	8.8	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.5117	0.7777
10.50	8.8	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.5097	0.7748
10.80	8.8	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.5077	0.7718

11.10	8.8	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.5057	0.7688
11.40	8.8	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.5038	0.7658
11.70	8.8	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.5018	0.7628
12.00	8.6	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.4885	0.7425
12.30	8.6	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.4865	0.7396
12.60	8.6	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.4846	0.7366
12.90	8.5	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.4771	0.7252
13.20	8.5	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.4752	0.7223

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 48: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°14 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.5314 kg/cm2

Fotografía N°46: Ensayo de compresión simple Calicata N°14 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla= 46°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C14		
COORDENADAS	ESTE: 778256.208	NORTE: 9251777.610	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

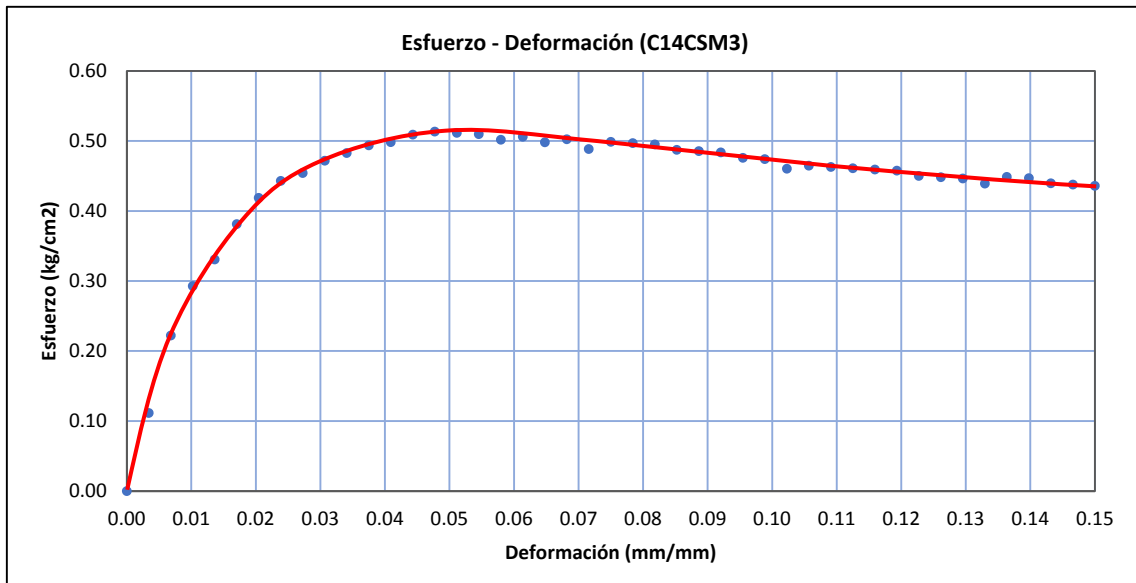
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D22		
Peso de la tara (g):	113.23	Contenido de humedad %:	31.68%
Peso muestra húmeda + tara (g):	342.77	Peso específico húmedo:	17020.01 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	287.55	Peso específico seco:	12925.54 N/m3
Peso de agua (g):	55.22	Densidad húmeda:	1734.97 kg/m3
Peso seco:	174.32	Densidad seca:	1317.59 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C14CSM3	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	232.15
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	1.7	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.1114	0.1694
0.60	3.4	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.2221	0.3376
0.90	4.5	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.2929	0.4453
1.20	5.1	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.3308	0.5029
1.50	5.9	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	0.3814	0.5798
1.80	6.5	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	0.4187	0.6365
2.10	6.9	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	0.4430	0.6733
2.40	7.1	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	0.4542	0.6904
2.70	7.4	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	0.4717	0.7171
3.00	7.6	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	0.4828	0.7339
3.30	7.8	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	0.4937	0.7505
3.60	7.9	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	0.4983	0.7574
3.90	8.1	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	0.5091	0.7739
4.20	8.2	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	0.5135	0.7806
4.50	8.2	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	0.5117	0.7778
4.80	8.2	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	0.5099	0.7750
5.10	8.1	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	0.5018	0.7628
5.40	8.2	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	0.5062	0.7694
5.70	8.1	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	0.4982	0.7573
6.00	8.2	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	0.5025	0.7638
6.30	8.0	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	0.4885	0.7425
6.60	8.2	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	0.4988	0.7583
6.90	8.2	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	0.4970	0.7555
7.20	8.2	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	0.4952	0.7527
7.50	8.1	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	0.4873	0.7407
7.80	8.1	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	0.4855	0.7380
8.10	8.1	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	0.4837	0.7352
8.40	8.0	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	0.4759	0.7234
8.70	8.0	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	0.4741	0.7207
9.00	7.8	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	0.4605	0.7000
9.30	7.9	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	0.4646	0.7063
9.60	7.9	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	0.4629	0.7036
9.90	7.9	88.00	0.1125	15.2053	17.1327	0.4611	0.7009
10.20	7.9	88.00	0.1159	15.2053	17.1988	0.4593	0.6982
10.50	7.9	88.00	0.1193	15.2053	17.2654	0.4576	0.6955
10.80	7.8	88.00	0.1227	15.2053	17.3325	0.4500	0.6841

11.10	7.8	88.00	0.1261	15.2053	17.4001	0.4483	0.6814
11.40	7.8	88.00	0.1295	15.2053	17.4682	0.4465	0.6787
11.70	7.7	88.00	0.1330	15.2053	17.5369	0.4391	0.6674
12.00	7.9	88.00	0.1364	15.2053	17.6061	0.4487	0.6821
12.30	7.9	88.00	0.1398	15.2053	17.6759	0.4469	0.6794
12.60	7.8	88.00	0.1432	15.2053	17.7462	0.4395	0.6681
12.90	7.8	88.00	0.1466	15.2053	17.8171	0.4378	0.6654
13.20	7.8	88.00	0.1500	15.2053	17.8886	0.4360	0.6628

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 49: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°14 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)= 0.5135 kg/cm2

Fotografía N°47: Ensayo de compresión simple Calicata N°14 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla= 46°

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C15		
COORDENADAS	ESTE: 778253.1507	NORTE: 9251816.8278	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

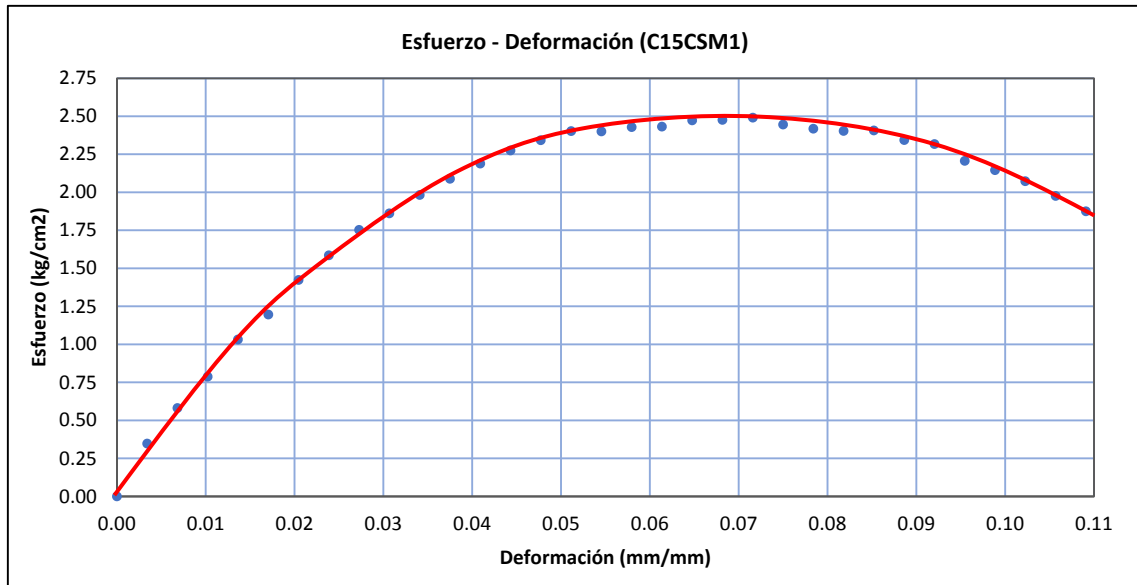
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D5		
Peso de la tara (g):	56.29	Contenido de humedad %:	15.67%
Peso muestra húmeda + tara (g):	347.06	Peso específico húmedo:	21435.02 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	307.66	Peso específico seco:	18530.53 N/m3
Peso de agua (g):	39.4	Densidad húmeda:	2185.02 kg/m3
Peso seco:	251.37	Densidad seca:	1888.94 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)

Muestra	C15CSM1	Área inicial: Ao (cm2)		15.2053	Alt. inicial (cm):	8.80	
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.8067	Peso (g)	292.37	
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	5.3	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.3474	0.5280
0.60	8.9	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.5813	0.8836
0.90	12.1	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.7876	1.1972
1.20	15.9	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	1.0314	1.5678
1.50	18.5	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.1959	1.8179
1.80	22.1	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.4237	2.1641
2.10	24.7	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.5857	2.4103
2.40	27.4	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.7529	2.6644
2.70	29.2	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	1.8615	2.8295
3.00	31.2	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	1.9820	3.0127
3.30	33.0	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	2.0889	3.1752
3.60	34.7	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	2.1887	3.3270
3.90	36.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	2.2752	3.4585
4.20	37.4	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	2.3423	3.5604
4.50	38.5	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	2.4025	3.6519
4.80	38.6	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	2.4001	3.6483
5.10	39.2	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	2.4286	3.6916
5.40	39.4	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	2.4322	3.6970
5.70	40.2	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.4726	3.7584
6.00	40.4	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.4758	3.7633
6.30	40.8	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.4912	3.7867
6.60	40.2	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.4455	3.7173
6.90	39.9	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	2.4183	3.6760
7.20	39.8	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	2.4033	3.6532
7.50	40.0	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	2.4065	3.6579
7.80	39.1	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	2.3435	3.5623
8.10	38.8	88.00	0.0920	15.2053	16.7468	2.3169	3.5217
8.40	37.1	88.00	0.0955	15.2053	16.8099	2.2070	3.3548
8.70	36.2	88.00	0.0989	15.2053	16.8735	2.1454	3.2611
9.00	35.1	88.00	0.1023	15.2053	16.9376	2.0723	3.1500
9.30	33.6	88.00	0.1057	15.2053	17.0021	1.9762	3.0039
9.60	32.0	88.00	0.1091	15.2053	17.0672	1.8749	2.8500

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 50: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°15 Muestra N°1



Resistencia a la compresión simple (qu)=	2.4912	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°48: Ensayo de compresión simple Calicata N°15 Muestra N°1



Ángulo del plano de falla=	54°
-----------------------------------	-----

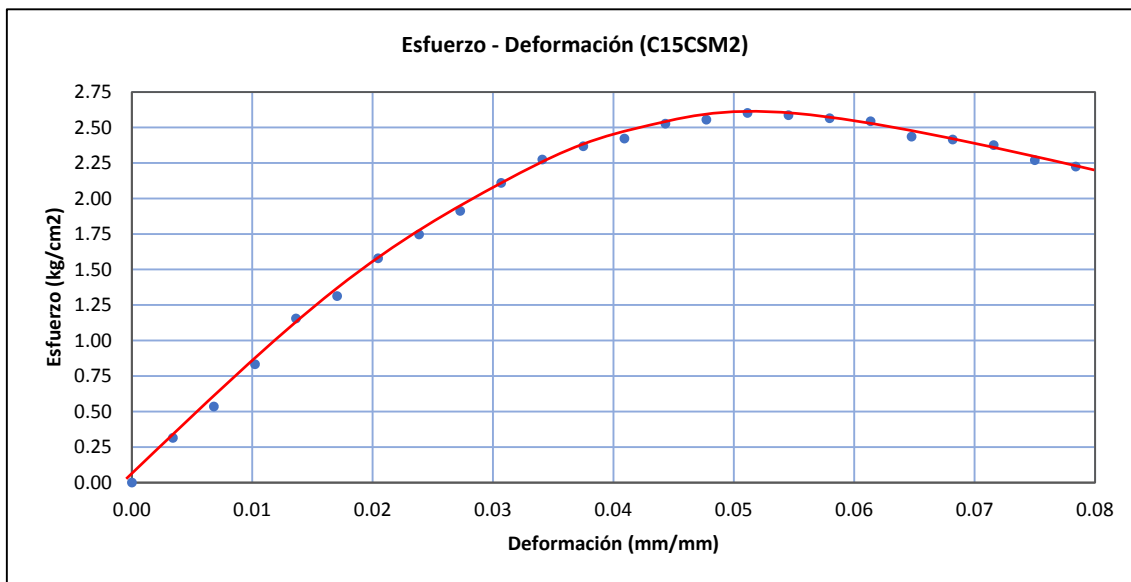
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)			Fecha: nov-22
TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"			
UBICACIÓN: CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA			
CALICATA N°: C15			
COORDENADAS	ESTE: 778253.151	NORTE: 9251816.828	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	D16		
Peso de la tara (g):	112.68	Contenido de humedad %:	17.68%
Peso muestra húmeda + tara (g):	397.57	Peso específico húmedo:	21015.66 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	354.77	Peso específico seco:	17858.41 N/m3
Peso de agua (g):	42.80	Densidad húmeda:	2142.27 kg/m3
Peso seco:	242.09	Densidad seca:	1820.43 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra		C15CSM2	Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)		4.40	Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	286.65
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	4.8	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.3146	0.4782
0.60	8.2	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.5356	0.8141
0.90	12.8	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.8332	1.2665
1.20	17.8	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	1.1547	1.7552
1.50	20.3	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.3123	1.9948
1.80	24.5	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.5783	2.3991
2.10	27.2	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.7462	2.6542
2.40	29.9	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.9128	2.9075
2.70	33.1	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	2.1101	3.2074
3.00	35.8	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	2.2742	3.4568
3.30	37.4	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	2.3674	3.5986
3.60	38.4	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	2.4221	3.6817
3.90	40.2	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	2.5266	3.8406
4.20	40.8	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	2.5552	3.8840
4.50	41.7	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	2.6022	3.9555
4.80	41.6	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	2.5867	3.9318
5.10	41.4	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	2.5649	3.8988
5.40	41.2	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	2.5433	3.8659
5.70	39.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.4357	3.7023
6.00	39.4	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.4145	3.6702
6.30	38.9	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.3752	3.6103
6.60	37.3	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.2691	3.4491
6.90	36.7	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	2.2244	3.3812

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2
Velocidad de deformación:	1.00% x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 51: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°15 Muestra N°2



Resistencia a la compresión simple (qu)=	2.6022	kg/cm2
---	--------	--------

Fotografía N°49: Ensayo de compresión simple Calicata N°15 Muestra N°2



Ángulo del plano de falla=	48°	
-----------------------------------	-----	--

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

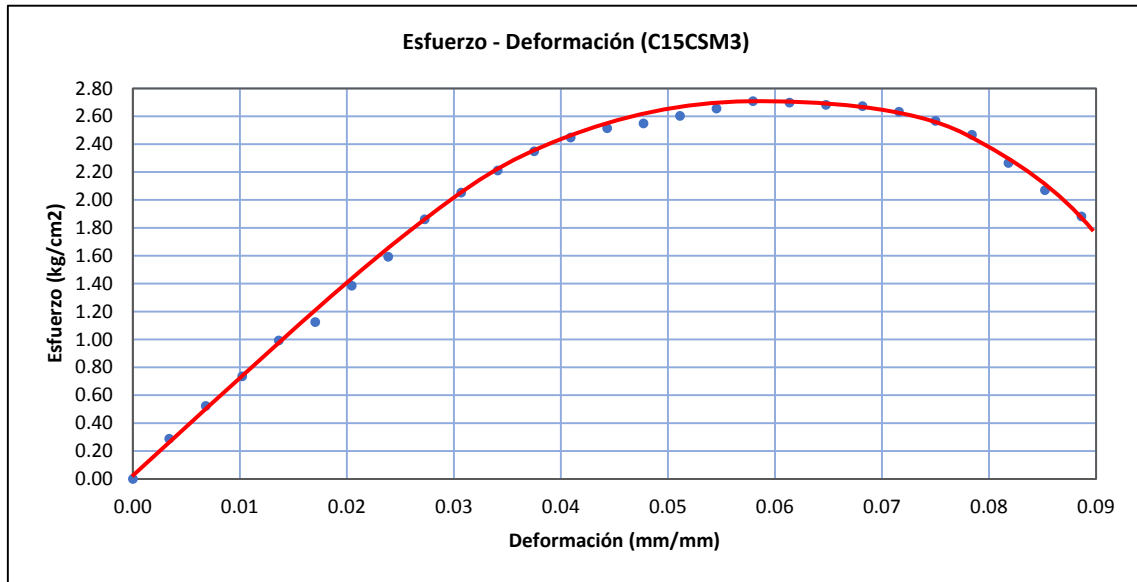
UBICACIÓN:	CC.PP. EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		
CALICATA N°:	C15		
COORDENADAS	ESTE: 778253.151	NORTE: 9251816.828	PROF.: Entre 2.15 m a 2.45 m

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	T36		
Peso de la tara (g):	127.41	Contenido de humedad %:	15.56%
Peso muestra húmeda + tara (g):	414.02	Peso específico húmedo:	21432.82 N/m3
Peso muestra seca + tara (g):	375.43	Peso específico seco:	18547.04 N/m3
Peso de agua (g):	38.59	Densidad húmeda:	2184.79 kg/m3
Peso seco:	248.02	Densidad seca:	1890.63 kg/m3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (COMPRESIÓN NO CONFINADA)							
Muestra	C15CSM3		Área inicial: Ao (cm2)		15.205	Alt. inicial (cm):	8.80
Diámetro inicial: Do (cm)	4.40		Volumen Inicial: Vo (cm3)		133.807	Peso (g)	292.34
Def. (mm)	Carga (kg)	Long. (mm)	Def. Unitaria	Área inicial (cm2)	Área corregida (cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo (N/pulg2)
0.00	0.0	88.00	0.0000	15.2053	15.2053	0.0000	0.0000
0.30	4.4	88.00	0.0034	15.2053	15.2573	0.2884	0.4384
0.60	8.0	88.00	0.0068	15.2053	15.3097	0.5225	0.7943
0.90	11.3	88.00	0.0102	15.2053	15.3624	0.7356	1.1181
1.20	15.3	88.00	0.0136	15.2053	15.4155	0.9925	1.5087
1.50	17.4	88.00	0.0170	15.2053	15.4690	1.1248	1.7098
1.80	21.5	88.00	0.0205	15.2053	15.5228	1.3851	2.1053
2.10	24.8	88.00	0.0239	15.2053	15.5770	1.5921	2.4200
2.40	29.1	88.00	0.0273	15.2053	15.6316	1.8616	2.8297
2.70	32.2	88.00	0.0307	15.2053	15.6866	2.0527	3.1202
3.00	34.8	88.00	0.0341	15.2053	15.7420	2.2107	3.3603
3.30	37.1	88.00	0.0375	15.2053	15.7977	2.3484	3.5697
3.60	38.8	88.00	0.0409	15.2053	15.8539	2.4474	3.7201
3.90	40.0	88.00	0.0443	15.2053	15.9104	2.5141	3.8215
4.20	40.7	88.00	0.0477	15.2053	15.9674	2.5489	3.8745
4.50	41.7	88.00	0.0511	15.2053	16.0248	2.6022	3.9555
4.80	42.7	88.00	0.0545	15.2053	16.0825	2.6551	4.0358
5.10	43.7	88.00	0.0580	15.2053	16.1407	2.7074	4.1154
5.40	43.7	88.00	0.0614	15.2053	16.1994	2.6976	4.1005
5.70	43.6	88.00	0.0648	15.2053	16.2584	2.6817	4.0763
6.00	43.6	88.00	0.0682	15.2053	16.3179	2.6719	4.0614
6.30	43.1	88.00	0.0716	15.2053	16.3778	2.6316	4.0002
6.60	42.2	88.00	0.0750	15.2053	16.4382	2.5672	3.9022
6.90	40.7	88.00	0.0784	15.2053	16.4990	2.4668	3.7497
7.20	37.5	88.00	0.0818	15.2053	16.5602	2.2645	3.4421
7.50	34.4	88.00	0.0852	15.2053	16.6220	2.0696	3.1458
7.80	31.4	88.00	0.0886	15.2053	16.6841	1.8820	2.8608

Tipo de muestra:	Inalterada
Relación de la muestra: H/D=	2.0
Velocidad de deformación:	1.00 % x min
Observaciones:	No se encontró nivel freático

Figura 52: Gráfico esfuerzo Deformación Calicata N°15 Muestra N°3



Resistencia a la compresión simple (qu)=	2.7074	kg/cm2
--	--------	--------

Fotografía N°50: Ensayo de compresión simple Calicata N°15 Muestra N°3



Ángulo del plano de falla=	55°	
----------------------------	-----	--

Anexo 1.B. Ensayos de penetración estándar (SPT)

Tabla 16: Numero de golpes ensayo de penetración estándar SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) EN SUELOS - NTP 339.133 (ASTM D1586)		FECHA:								
		nov-22								
Tesis:	"Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"									
Ubicación:	EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA									
Calicata	Nivel Freático	Coordenadas		Profundidad	PENETRACIÓN SPT					Observaciones
		Este	Norte		N (0.00- 0.15)	N (0.15- 0.30)	N (0.30- 0.45)	N (SPT)		
C1	NO	777999.4734	9251835.9492	Entre 2.00 a 2.45	3	4	3	7	-	
C2	NO	778027.6236	9251864.3669	Entre 2.00 a 2.45	1	1	2	3	-	
C3	NO	778055.7738	9251892.7846	Entre 2.00 a 2.45	4	10	8	18	-	
C4	NO	778046.8363	9251789.0322	Entre 2.00 a 2.45	3	5	4	9	-	
C5	NO	778074.9865	9251817.4499	Entre 2.00 a 2.45	3	4	3	7	-	
C6	NO	778094.6615	9251735.0773	Entre 2.00 a 2.45	2	2	6	8	-	
C7	NO	778094.6615	9251735.0773	Entre 2.00 a 2.45	2	2	2	4	-	
C8	NO	778122.7464	9251753.0003	Entre 2.00 a 2.45	3	3	4	7	-	
C9	NO	778134.5323	9251792.9188	Entre 2.00 a 2.45	10	10	-	-	-	Ensayo suspendido debido a que en el segundo incremento no se observa ningún avance del muestreador durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo.
C10	NO	778191.6672	9251733.1347	Entre 2.00 a 2.45	8	9	8	16	-	
C11	NO	778188.6094	9251772.3521	Entre 2.00 a 2.45	4	4	5	13	-	
C12	NO	778185.5573	9251811.5669	Entre 2.00 a 2.45	4	8	7	9	-	
C13	NO	778259.2550	9251738.3983	Entre 2.00 a 2.45	12	20	25	47	-	
C14	NO	778256.2084	9251777.6104	Entre 2.00 a 2.45	1	1	2	4	-	
C15	NO	778253.1507	9251835.9492	Entre 2.00 a 2.45	2	2	2	5	-	

Tabla 17: Contenido de humedad ensayo de penetración estándar SPT

ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) EN SUELOS - NTP 339.133 (ASTM D1586)		FECHA: nov-22
Tesis:	"Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"	
Ubicación:	EL TAMBO, DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC, DEPARTAMENTO CAJAMARCA	

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							
N°	N° TARA	A	A + B	A+C	B-C	C	% Humedad
C1	C10	55.82	302.64	231.09	71.55	175.27	40.82%
C2	A4	58.86	305.24	233.49	71.75	174.63	41.09%
C3	A9	56.9	279.03	240.87	38.16	183.97	20.74%
C4	T33	130.2	372.28	305.16	67.12	174.96	38.36%
C5	C13	54.39	253.04	225.63	27.41	171.24	16.01%
C6	C15	57.65	321.62	239.21	82.41	181.56	45.39%
C7	D7	56.5	260.68	204.30	56.38	147.8	38.15%
C8	C9	49.46	283.08	240.16	42.92	190.7	22.51%
C9	-	-	-	-	-	-	-
C10	D4	59.17	310.04	258.57	51.47	199.4	25.81%
C11	C9	49.46	320.18	265.12	55.06	215.66	25.53%
C12	D3	60.49	359.73	316.44	43.29	255.95	16.91%
C13	T32	134.36	424.20	378.24	45.96	243.88	18.85%
C14	D10	56.40	252.46	202.15	50.31	145.75	34.52%
C15	A8	54.1	300.03	263.59	36.44	209.49	17.39%

Peso de la tara (g) = A

Peso del suelo Húmedo (g) = B

Peso del suelo seco (g)= C

Peso del agua (g) = B- C

Anexo 1.C. Granulometría y Límites de Consistencia

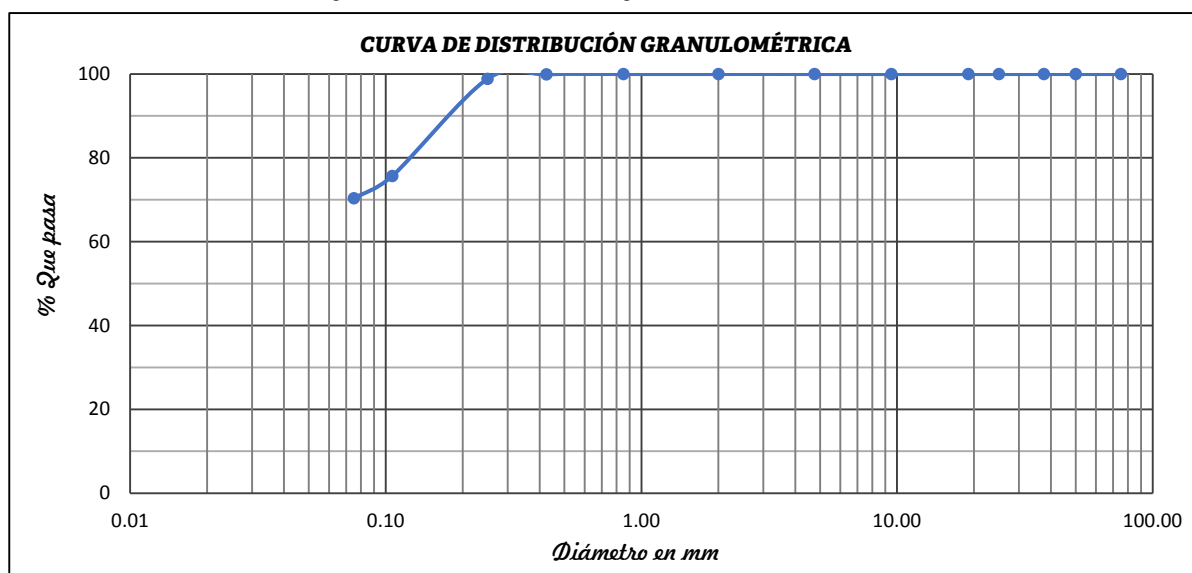
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-1
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 777999.4734 NORTE: 9251835.9492
 MUESTRA: C-1-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	148.21 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	351.79 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	32%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	30%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	2%
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		gr %
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	0.07	0.01	0.01	99.99	Peso de la grava:	0.00 0.00
N° 40	0.425	0.34	0.07	0.08	99.92	Peso de la Arena:	148.21 29.64
N° 60	0.250	5.37	1.07	1.16	98.84	Peso de finos	351.79 70.36
N° 140	0.106	115.82	23.16	24.32	75.68	Clasificación SUCS:	ML
N° 200	0.075	26.61	5.32	29.64	70.36	Limo de baja compresibilidad con arena	
Platillo		351.79	70.36			Clasificación AASHTO:	A-4

Figura 53: Curva de distribución granulométrica calicata N°01



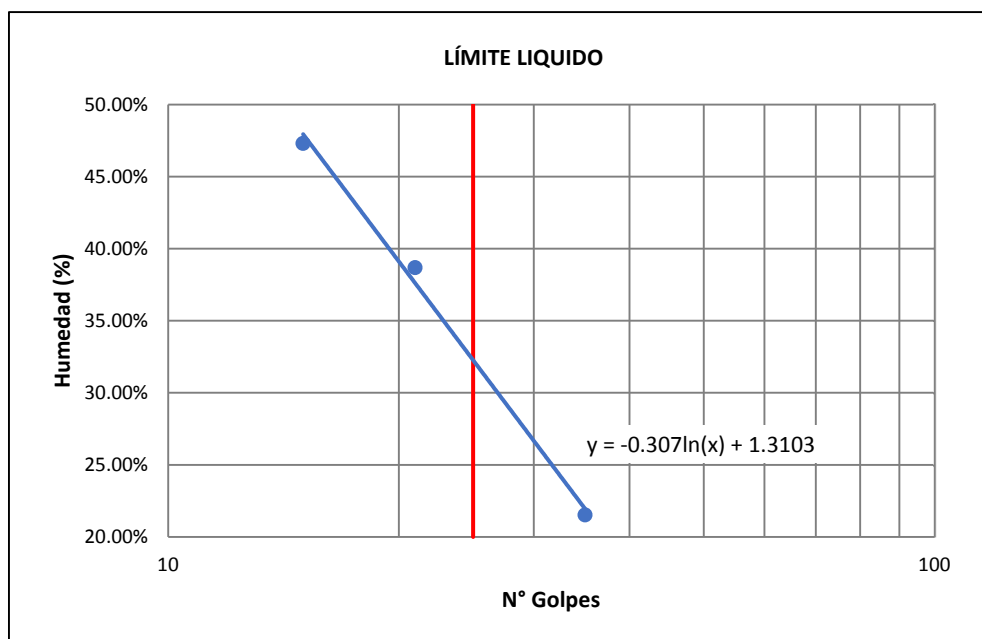
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-1
 MUESTRA: C-1-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA								
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2	
N° Golpes	15	21	35		Tara N°	G-1-S	G-5-S	
Tara N°	T-3	T-12	T-2		Tara + Suelo Húmedo	13.67	13.84	
Tara + Suelo Húmedo	49.07	44.23	45.16		Tara + Suelo Seco	12.17	12.32	
Tara + Suelo Seco	36.98	34.86	39.06		Peso del agua	1.50	1.52	
Peso del agua	12.09	9.37	6.1		Peso de la tara	7.21	7.24	
Peso de la tara	11.42	10.64	10.72		Peso del suelo seco	4.96	5.08	
Peso del suelo seco	25.56	24.22	28.34		Humedad (%)	30.24%	29.92%	
Humedad (%)	47.30%	38.69%	21.52%		Humedad prom. (%)	30.08%		

Figura 54: Gráfica límite líquido calicata N°01



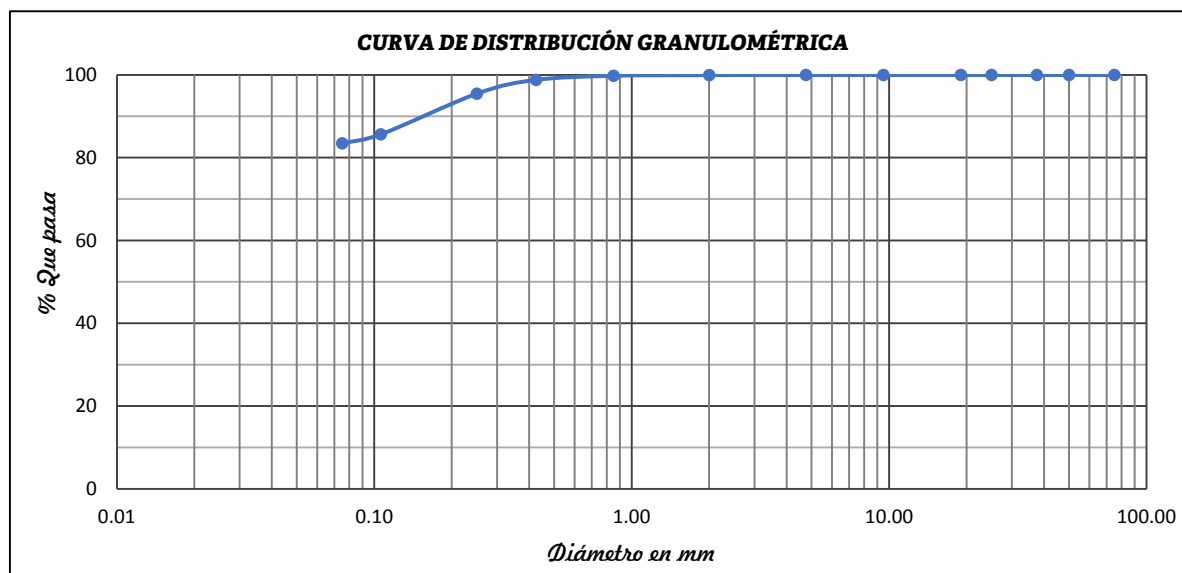
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	32%
Límite plástico (%):	30%
Índice de plasticidad (%):	2%

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-2
 ESTRATO: E-2
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778027.6236 NORTE: 9251864.3669
 MUESTRA: C-2-E-2

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	82.60 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	417.40 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	57%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	27%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	30%
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		gr %
N° 10	2.000	0.21	0.04	0.04	99.96	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	0.85	0.17	0.21	99.79	Peso de la grava:	0.00 0.00
N° 40	0.425	4.95	0.99	1.20	98.80	Peso de la Arena:	82.60 16.52
N° 60	0.250	16.68	3.34	4.54	95.46	Peso de finos	417.40 83.48
N° 140	0.106	49.16	9.83	14.37	85.63	Clasificación SUCS:	CH
N° 200	0.075	10.75	2.15	16.52	83.48	Arcilla de alta compresibilidad con arena	
Platillo		417.40	83.48			Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 55: Curva de distribución granulométrica calicata N°02



TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

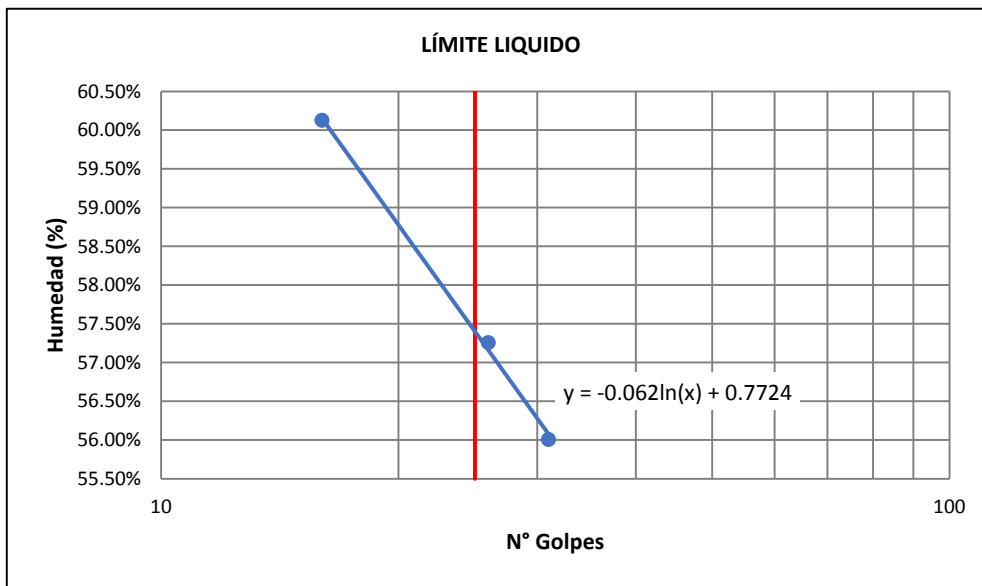
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: C-2

MUESTRA: C-2-E-2

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	26	31	16		Tara N°	G-1-S	G-2-S
Tara N°	T-2	T-3	T-12		Tara + Suelo Húmedo	13.39	13.41
Tara + Suelo Húmedo	40.41	40.64	46.06		Tara + Suelo Seco	12.07	12.06
Tara + Suelo Seco	29.60	30.15	32.76		Peso del agua	1.32	1.35
Peso del agua	10.81	10.49	13.30		Peso de la tara	7.21	7.20
Peso de la tara	10.72	11.42	10.64		Peso del suelo seco	4.86	4.86
Peso del suelo seco	18.88	18.73	22.12		Humedad (%)	27.16%	27.78%
Humedad (%)	57.26%	56.01%	60.13%		Humedad prom. (%)	27.47%	

Figura 56: Gráfica límite líquido calicata N°02



LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite líquido (%): 57%

Límite plástico (%): 27%

índice de plasticidad (%): 30%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

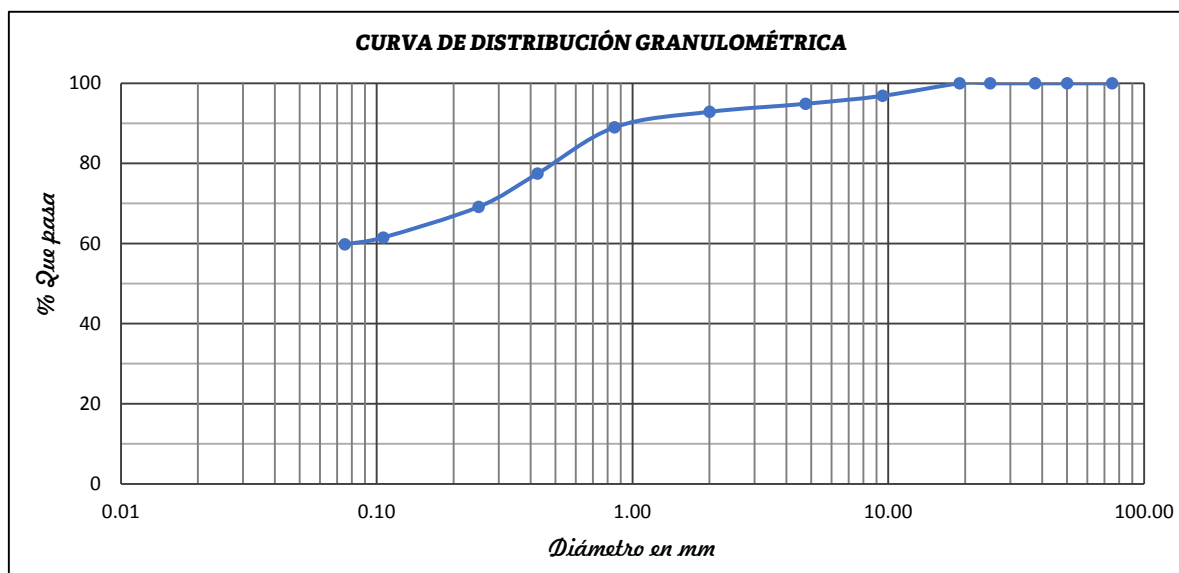
Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-3
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778055.7738 NORTE: 9251892.7846
 MUESTRA: C-3-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	201.00 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	299.00 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	45%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	24%
3/8"	9.500	15.62	3.12	3.12	96.88	Índice de plasticidad:	21%
N° 4	4.750	9.95	1.99	5.11	94.89		gr %
N° 10	2.000	10.08	2.02	7.13	92.87	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	19.20	3.84	10.97	89.03	Peso de la grava:	25.57 5.11
N° 40	0.425	57.78	11.56	22.53	77.47	Peso de la Arena:	175.43 35.09
N° 60	0.250	41.53	8.31	30.83	69.17	Peso de finos	299.00 59.80
N° 140	0.106	38.33	7.67	38.50	61.50	Clasificación SUCS:	CL
N° 200	0.075	8.51	1.70	40.20	59.80	Arcilla de baja compresibilidad arenoso	
Platillo		299.00	59.80			Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 57: Curva de distribución granulométrica calicata N°03



TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

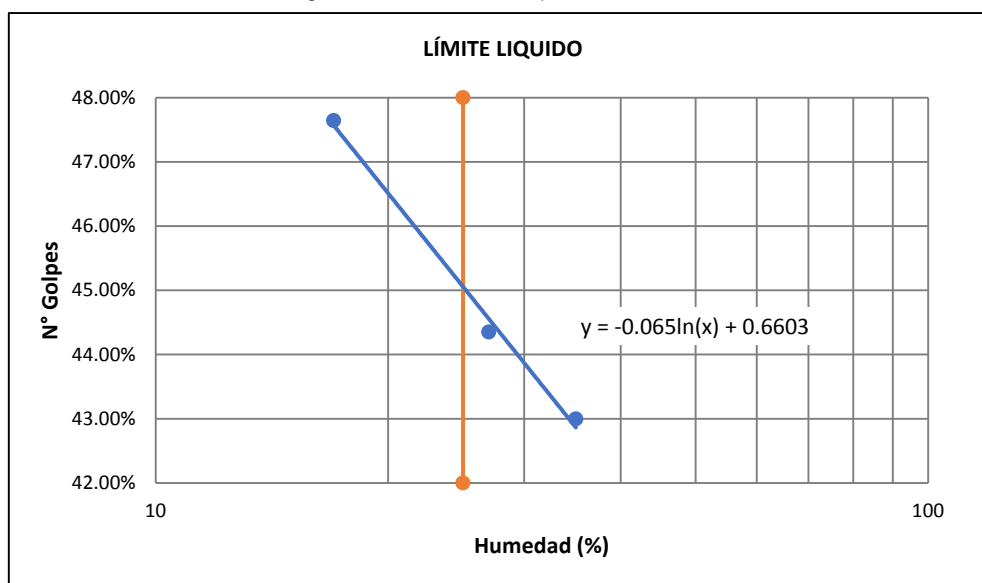
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: C-3

MUESTRA: C-3-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO			-	LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	27	35	17		Tara N°	B-9-S	G-6-S
Tara N°	T-19	T-9	T-20		Tara + Suelo Húmedo	14.3	14.23
Tara + Suelo Húmedo	47.10	43.29	39.11		Tara + Suelo Seco	12.93	12.87
Tara + Suelo Seco	36.11	33.65	30.01		Peso del agua	1.37	1.36
Peso del agua	10.99	9.64	9.10		Peso de la tara	7.34	7.27
Peso de la tara	11.33	11.23	10.91		Peso del suelo seco	5.59	5.6
Peso del suelo seco	24.78	22.42	19.10		Humedad (%)	24.51%	24.29%
Humedad (%)	44.35%	43.00%	47.64%		Humedad prom. (%)	24.40%	

Figura 58: Gráfica límite líquido calicata N°03



Límites de consistencia	
Límite líquido (%):	45%
Límite plástico (%):	24%
índice de plasticidad (%)	21%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

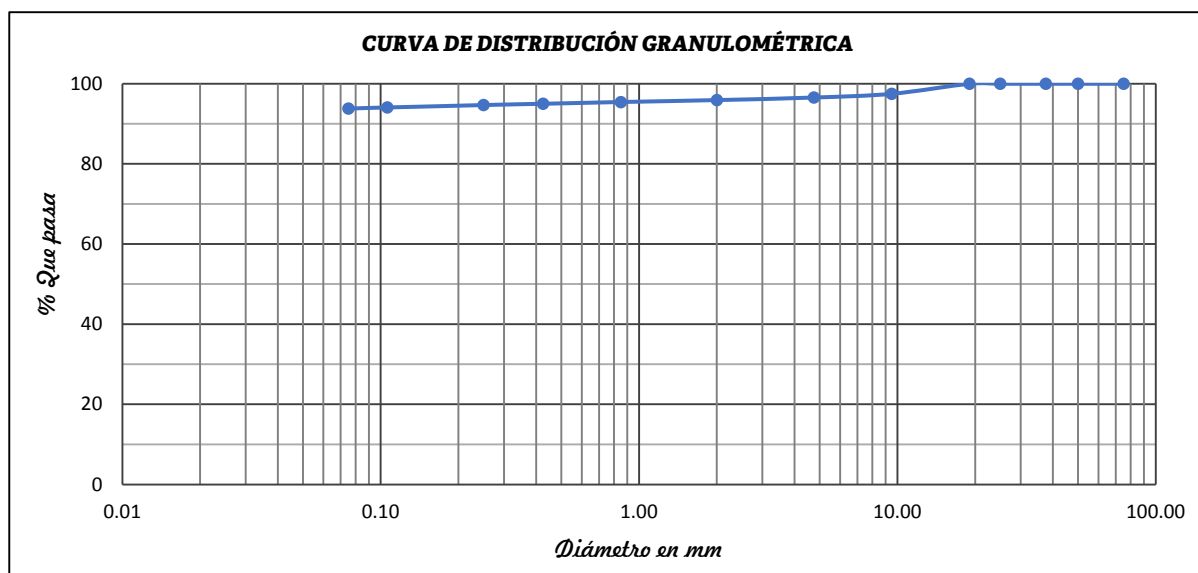
Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-4
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS: ESTE: 778046.8363 NORTE: 9251789.0322
 MUESTRA: C-4-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	30.82 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	469.18 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	71%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	30%
3/8"	9.500	12.44	2.49	2.49	97.51	Índice de plasticidad:	41%
N° 4	4.750	4.72	0.94	3.43	96.57		
N° 10	2.000	3.08	0.62	4.05	95.95	Peso total:	500.00 gr 100 %
N° 20	0.850	2.57	0.51	4.56	95.44	Peso de la grava:	17.16 3.43 %
N° 40	0.425	2.09	0.42	4.98	95.02	Peso de la Arena:	13.66 2.73 %
N° 60	0.250	1.68	0.34	5.32	94.68	Peso de finos	469.18 93.84 %
N° 140	0.106	2.99	0.60	5.91	94.09	Clasificación SUCS:	CH
N° 200	0.075	1.25	0.25	6.16	93.84	Arcilla de alta compresibilidad	
Platillo		469.18	93.84			Clasificación AASHTO:	A-7-5

Figura 59: Curva de distribución granulométrica calicata N°04



TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

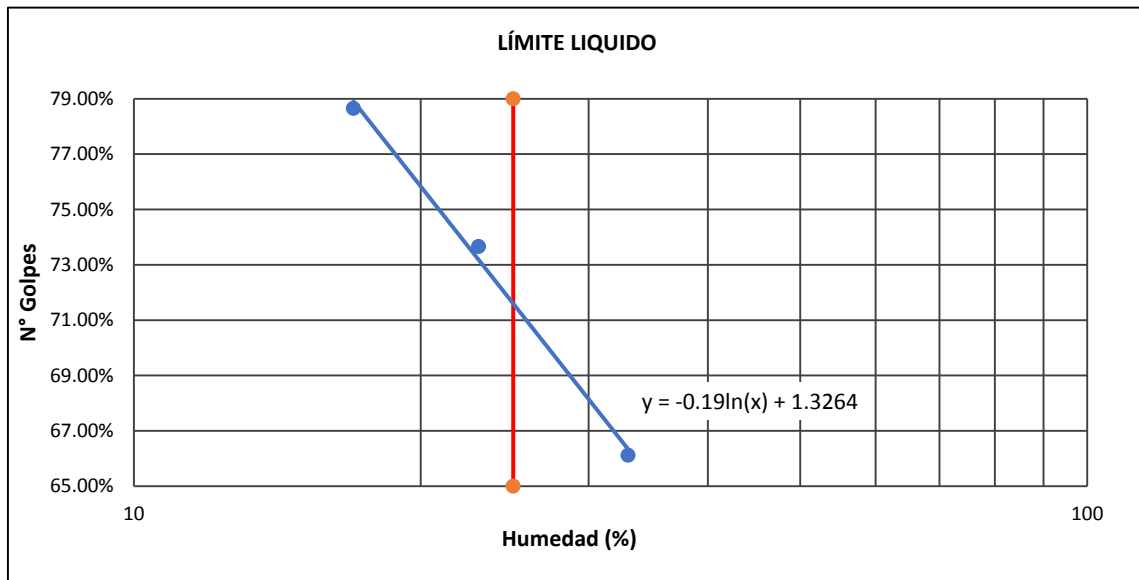
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: C-4

MUESTRA: C-4-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO			-	LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	33	23	17		Tara N°	B-9-S	B-10-S
Tara N°	T-20	T-19	T-9		Tara + Suelo Húmedo	13.46	14.02
Tara + Suelo Húmedo	41.06	37.31	35.08		Tara + Suelo Seco	12.04	12.44
Tara + Suelo Seco	29.06	26.29	24.58		Peso del agua	1.42	1.58
Peso del agua	12.00	11.02	10.50		Peso de la tara	7.34	7.29
Peso de la tara	10.91	11.33	11.23		Peso del suelo seco	4.7	5.15
Peso del suelo seco	18.15	14.96	13.35		Humedad (%)	30.21%	30.68%
Humedad (%)	66.12%	73.66%	78.65%		Humedad prom. (%)	30.45%	

Figura 60: Gráfica límite líquido calicata N°04



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	71%
Límite plástico (%):	30%
índice de plasticidad (%)	41%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

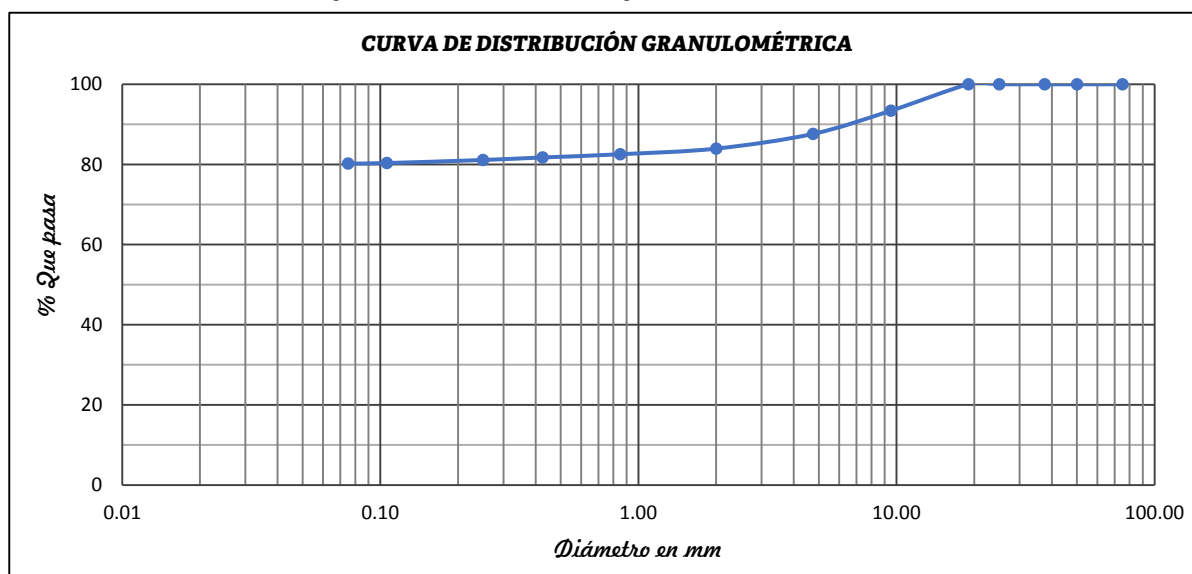
Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-5
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778074.9865 NORTE: 9251817.4499
 MUESTRA: C-5-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	1000.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	197.71 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	802.29 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	40%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	21%
3/8"	9.500	65.84	6.58	6.58	93.42	Índice de plasticidad:	19%
N° 4	4.750	57.69	5.77	12.35	87.65		gr %
N° 10	2.000	36.72	3.67	16.03	83.98	Peso total:	1000.00 100
N° 20	0.850	14.24	1.42	17.45	82.55	Peso de la grava:	123.53 12.35
N° 40	0.425	8.10	0.81	18.26	81.74	Peso de la Arena:	74.18 7.42
N° 60	0.250	6.04	0.60	18.86	81.14	Peso de finos	802.29 80.23
N° 140	0.106	7.92	0.79	19.66	80.35	Clasificación SUCS: CL	
N° 200	0.075	1.16	0.12	19.77	80.23	Arcilla de baja compresibilidad con grava	
Platillo		802.29	80.23			Clasificación AASHTO: A-6	

Figura 61: Curva de distribución granulométrica calicata N°05



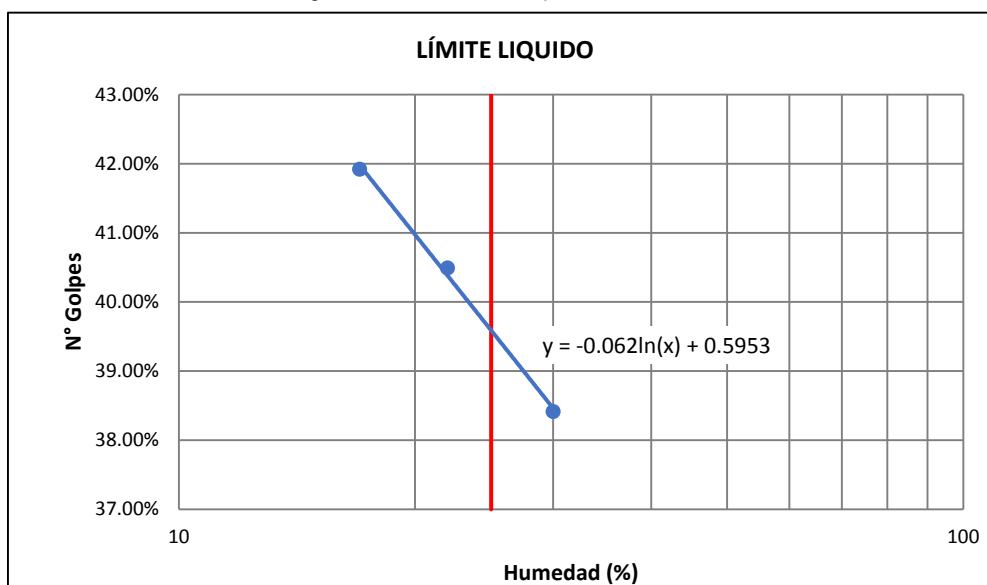
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-5
 MUESTRA: C-5-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	22	30	17		Tara N°	G-5-S	6-4-S
Tara N°	T-19	T-9	T-12		Tara + Suelo húmedo	13.70	14.07
Tara + Suelo húmedo	37.04	35.12	41.38		Tara + Suelo Seco	12.60	12.91
Tara + Suelo Seco	29.63	28.49	32.30		Peso del agua	1.10	1.16
Peso del agua	7.41	6.63	9.08		Peso de la tara	7.24	7.36
Peso de la tara	11.33	11.23	10.64		Peso del suelo seco	5.36	5.55
Peso del suelo seco	18.30	17.26	21.66		Humedad (%)	20.52%	20.90%
Humedad (%)	40.49%	38.41%	41.92%		Humedad prom. (%)	20.71%	

Figura 62: Gráfica límite líquido calicata N°05



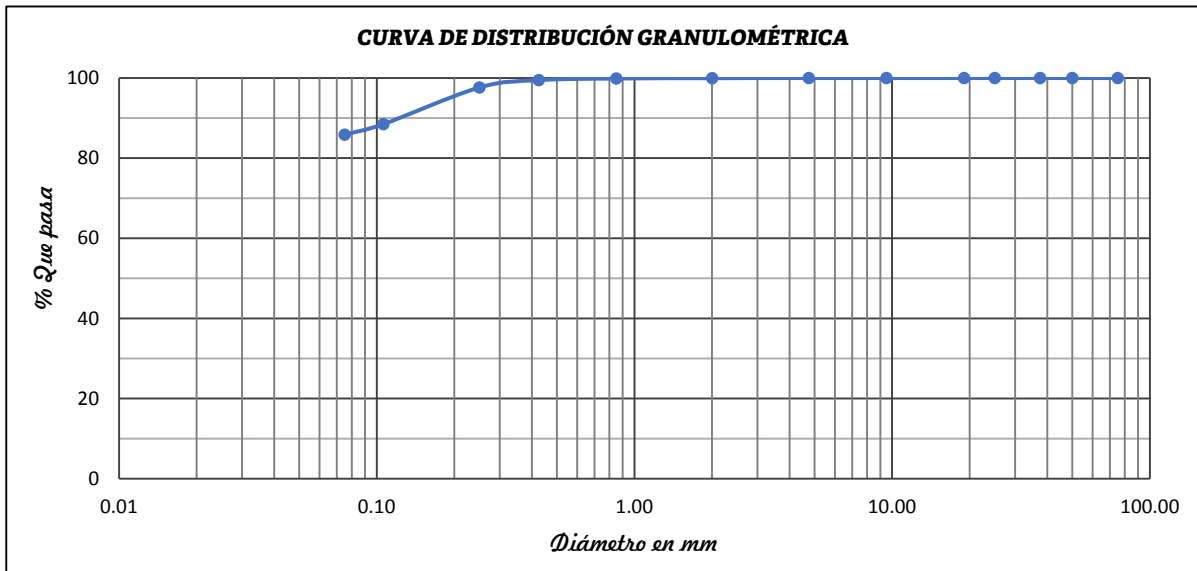
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	40%
Límite plástico (%):	21%
índice de plasticidad (%)	19%

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-6
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778094.6615 NORTE: 9251735.0773
 MUESTRA: C-6-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis		
						Peso seco Inicial:	500.00	gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	70.66	gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	429.34	gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	57%	
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	39%	
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	18%	
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		gr	%
N° 10	2.000	0.10	0.02	0.02	99.98	Peso total:	500.00	100
N° 20	0.850	0.50	0.10	0.12	99.88	Peso de la grava:	0.00	0.00
N° 40	0.425	1.97	0.39	0.51	99.49	Peso de la Arena:	70.66	14.13
N° 60	0.250	9.15	1.83	2.34	97.66	Peso de finos	429.34	85.87
N° 140	0.106	45.80	9.16	11.50	88.50	Clasificación SUCS: MH		
N° 200	0.075	13.14	2.63	14.13	85.87	Limo de alta compresibilidad		
Platillo		429.34	85.87			Clasificación AASHTO: A-7-5		

Figura 63: Curva de distribución granulométrica calicata N°06



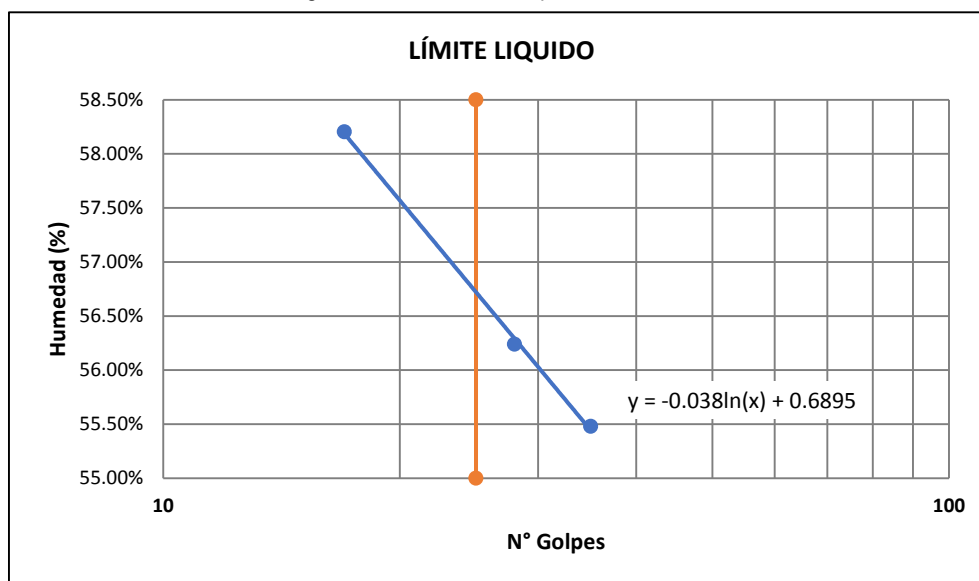
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-6
 MUESTRA: C-6-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	17	28	35		Tara N°	G-6-S	B-9-S
Tara N°	G-1	G-8	C-16		Tara + Suelo húmedo	14.29	14.02
Tara + Suelo Húmedo	48.57	51.09	87.06		Tara + Suelo Seco	12.34	12.15
Tara + Suelo Seco	35.8	37.84	74		Peso del agua	1.95	1.87
Peso del agua	12.77	13.25	13.06		Peso de la tara	7.27	7.34
Peso de la tara	13.86	14.28	50.46		Peso del suelo seco	5.07	4.81
Peso del suelo seco	21.94	23.56	23.54		Humedad (%)	38.46%	38.88%
Humedad (%)	58.20%	56.24%	55.48%		Humedad prom. (%)	38.67%	

Figura 64: Gráfica límite líquido calicata N°06



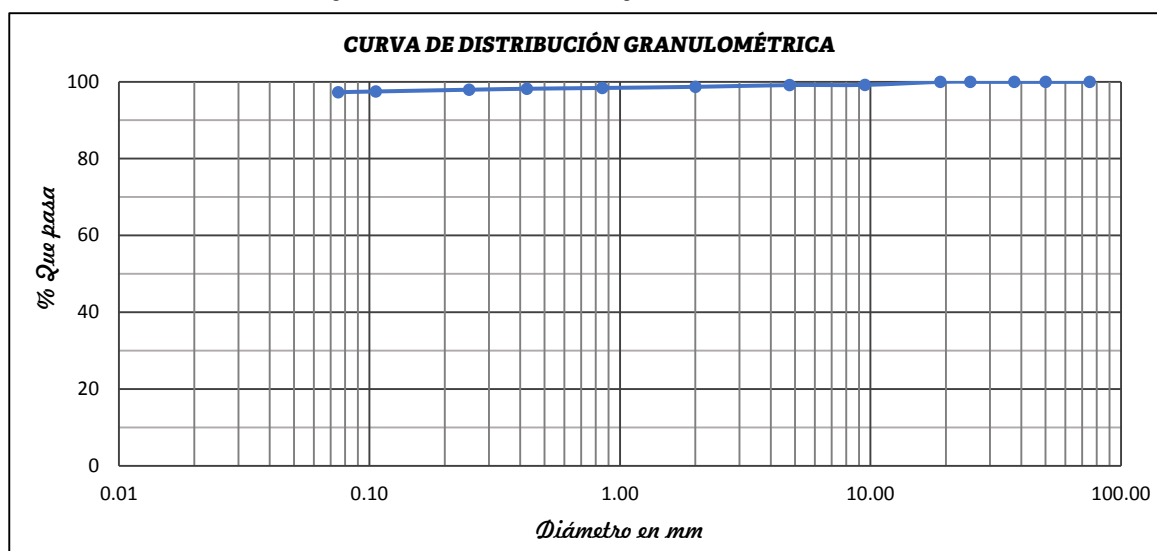
Límites de consistencia	
Límite líquido (%):	57%
Límite plástico (%):	39%
índice de plasticidad (%)	18%

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-7
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778094.6615 NORTE: 9251735.0773
 MUESTRA: C-7-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	13.52 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	486.48 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	48%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	26%
3/8"	9.500	3.91	0.78	0.78	99.22	Índice de plasticidad:	22%
N° 4	4.750	0.28	0.06	0.84	99.16	Peso total:	500.00 gr 100%
N° 10	2.000	2.23	0.45	1.28	98.72	Peso de la grava:	4.19 0.84%
N° 20	0.850	1.50	0.30	1.58	98.42	Peso de la Arena:	9.33 1.87%
N° 40	0.425	1.14	0.23	1.81	98.19	Peso de finos	486.48 97.30%
N° 60	0.250	1.19	0.24	2.05	97.95	Clasificación SUCS:	CL
N° 140	0.106	2.23	0.45	2.50	97.50	Arcilla de baja compresibilidad	
N° 200	0.075	1.04	0.21	2.70	97.30	Clasificación AASHTO:	A-7-6
Platillo		486.48	97.30				

Figura 65: Curva de distribución granulométrica calicata N°07



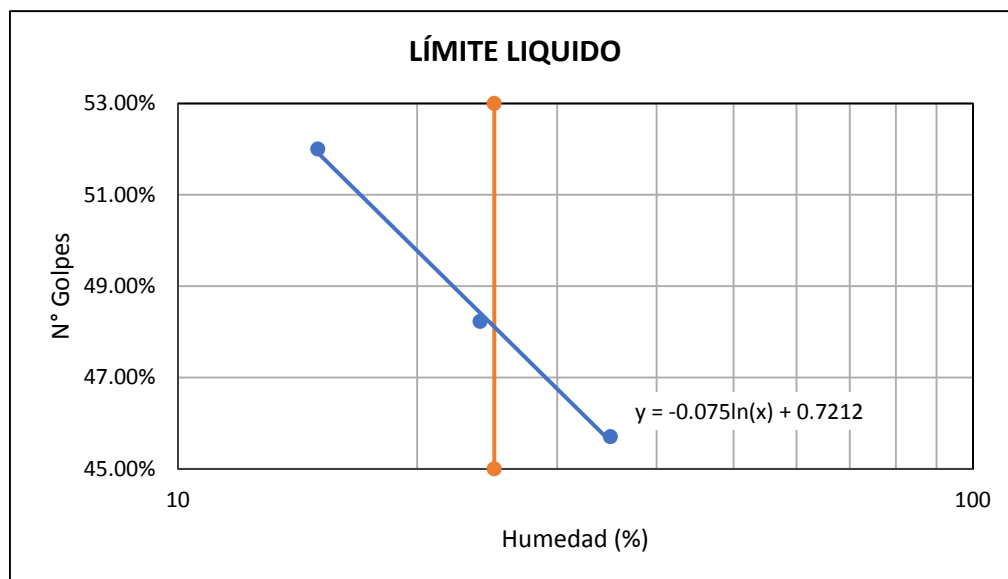
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-7
 MUESTRA: C-7-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	35	24	15		Tara N°	G-4-S	G-2-S
Tara N°	T-9	T-19	T-20		Tara + Suelo Húmedo	13.99	13.90
Tara + Suelo Húmedo	35.65	40.16	32.92		Tara + Suelo Seco	12.61	12.51
Tara + Suelo Seco	27.99	30.78	25.39		Peso del agua	1.38	1.39
Peso del agua	7.66	9.38	7.53		Peso de la tara	7.36	7.20
Peso de la tara	11.23	11.33	10.91		Peso del suelo seco	5.25	5.31
Peso del suelo seco	16.76	19.45	14.48		Humedad (%)	26.29%	26.18%
Humedad (%)	45.70%	48.23%	52.00%		Humedad prom. (%)	26.23%	

Figura 66: Gráfica Límite Líquido calicata N°07



Límites de consistencia	
Límite líquido (%):	48%
Límite plástico (%):	26%
índice de plasticidad (%)	22%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

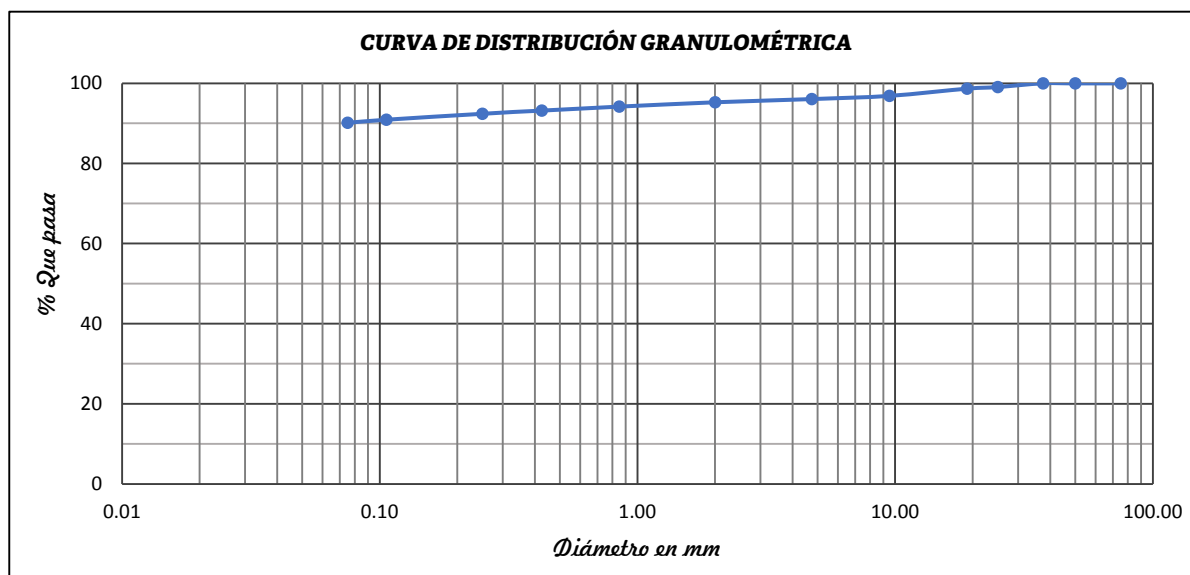
Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-8
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778122.7464 NORTE: 9251753.0003
 MUESTRA: C-8-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	2000.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	197.00 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	1803.00 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	18.61	0.93	0.93	99.07	Límite Líquido:	70%
3/4"	19.00	7.76	0.39	1.32	98.68	Límite plástico:	29%
3/8"	9.500	35.94	1.80	3.12	96.88	Índice de plasticidad:	41%
N° 4	4.750	16.31	0.82	3.93	96.07		gr %
N° 10	2.000	16.16	0.81	4.74	95.26	Peso total:	2000.00 100
N° 20	0.850	21.74	1.09	5.83	94.17	Peso de la grava:	78.62 3.93
N° 40	0.425	19.70	0.99	6.81	93.19	Peso de la Arena:	118.38 5.92
N° 60	0.250	15.69	0.78	7.60	92.40	Peso de finos	1803.00 90.15
N° 140	0.106	29.70	1.49	9.08	90.92	Clasificación SUCS:	CH
N° 200	0.075	15.39	0.77	9.85	90.15	Arcilla de alta compresibilidad	
Platillo		1803.00	90.15			Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 67: Curva de distribución granulométrica calicata N°08



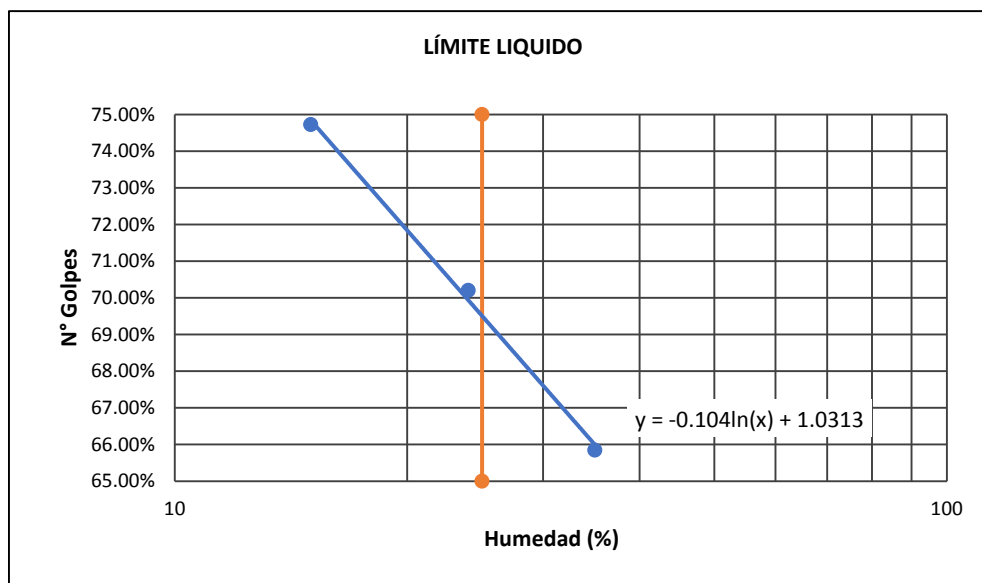
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-8
 MUESTRA: C-8-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	35	24	15		Tara N°	B-10-S	G-8-S
Tara N°	T-12	T-2	T-3		Tara + Suelo Húmedo	13.63	13.86
Tara + Suelo Húmedo	34.92	36.71	35.41		Tara + Suelo Seco	12.21	12.4
Tara + Suelo Seco	25.28	25.99	25.15		Peso del agua	1.42	1.46
Peso del agua	9.64	10.72	10.26		Peso de la tara	7.29	7.32
Peso de la tara	10.64	10.72	11.42		Peso del suelo seco	4.92	5.08
Peso del suelo seco	14.64	15.27	13.73		Humedad (%)	28.86%	28.74%
Humedad (%)	65.85%	70.20%	74.73%		Humedad prom. (%)	28.80%	

Figura 68: Gráfica límite líquido calicata N°08



Límites de consistencia	
Límite líquido (%):	70%
Límite plástico (%):	29%
índice de plasticidad (%)	41%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

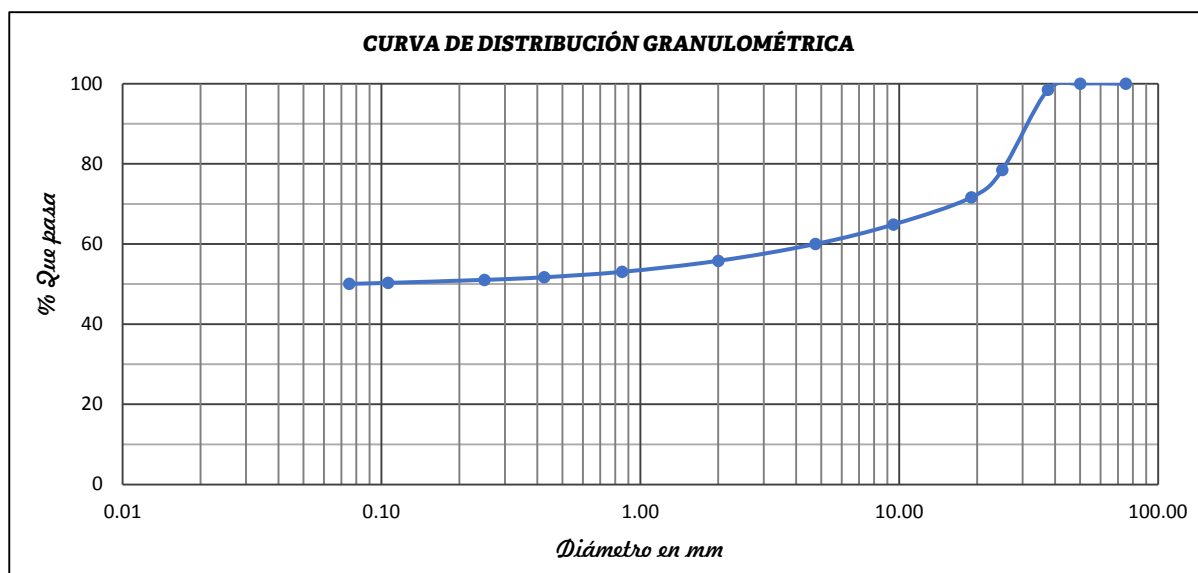
Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-9
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778134.5323 NORTE: 9251792.9188
 MUESTRA: C-9-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	3000.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	1497.70 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	1502.30 gr
1 1/2"	37.50	44.68	1.49	1.49	98.51	Resultados de ensayos	
1"	25.00	600.59	20.02	21.51	78.49	Límite Líquido:	44%
3/4"	19.00	204.68	6.82	28.33	71.67	Límite plástico:	22%
3/8"	9.500	203.70	6.79	35.12	64.88	Índice de plasticidad:	22%
N° 4	4.750	145.91	4.86	39.99	60.01	gr	%
N° 10	2.000	126.13	4.20	44.19	55.81	Peso total:	3000.00 100
N° 20	0.850	82.16	2.74	46.93	53.07	Peso de la grava:	1199.56 39.99
N° 40	0.425	40.55	1.35	48.28	51.72	Peso de la Arena:	298.14 9.94
N° 60	0.250	19.92	0.66	48.94	51.06	Peso de finos	1502.30 50.08
N° 140	0.106	22.19	0.74	49.68	50.32	Clasificación SUCS:	CL
N° 200	0.075	7.19	0.24	49.92	50.08	Arcilla de baja compresibilidad gravosa	
Platillo		1502.30	50.08			Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 69: Curva de distribución granulométrica calicata N°09



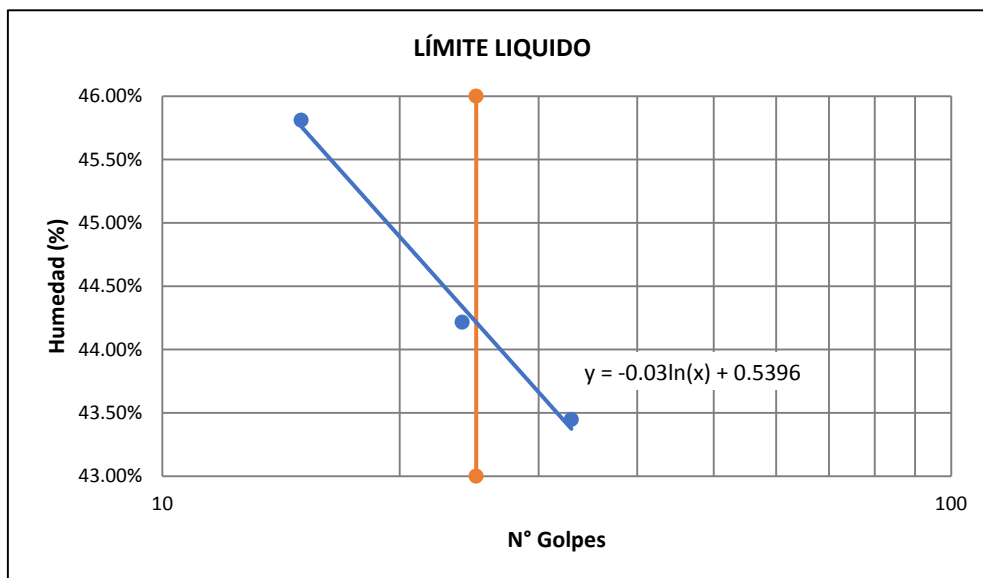
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-9
 MUESTRA: C-9-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA								
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2	
N° Golpes	15	24	33		Tara N°	C-12	C-9	
Tara N°	T-22	G-6	B-9		Tara + Suelo Húmedo	58.8	56.24	
Tara + Suelo Húmedo	38.74	41.88	47.26		Tara + Suelo Seco	57.64	55.04	
Tara + Suelo Seco	30.21	33.28	37.28		Peso del agua	1.16	1.2	
Peso del agua	8.53	8.6	9.98		Peso de la tara	52.3	49.5	
Peso de la tara	11.59	13.83	14.31		Peso del suelo seco	5.34	5.54	
Peso del suelo seco	18.62	19.45	22.97		Humedad (%)	21.72%	21.66%	
Humedad (%)	45.81%	44.22%	43.45%		Humedad prom. (%)	21.69%		

Figura 70: Gráfica límite líquido calicata N°09



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	44%
Límite plástico (%):	22%
índice de plasticidad (%):	22%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

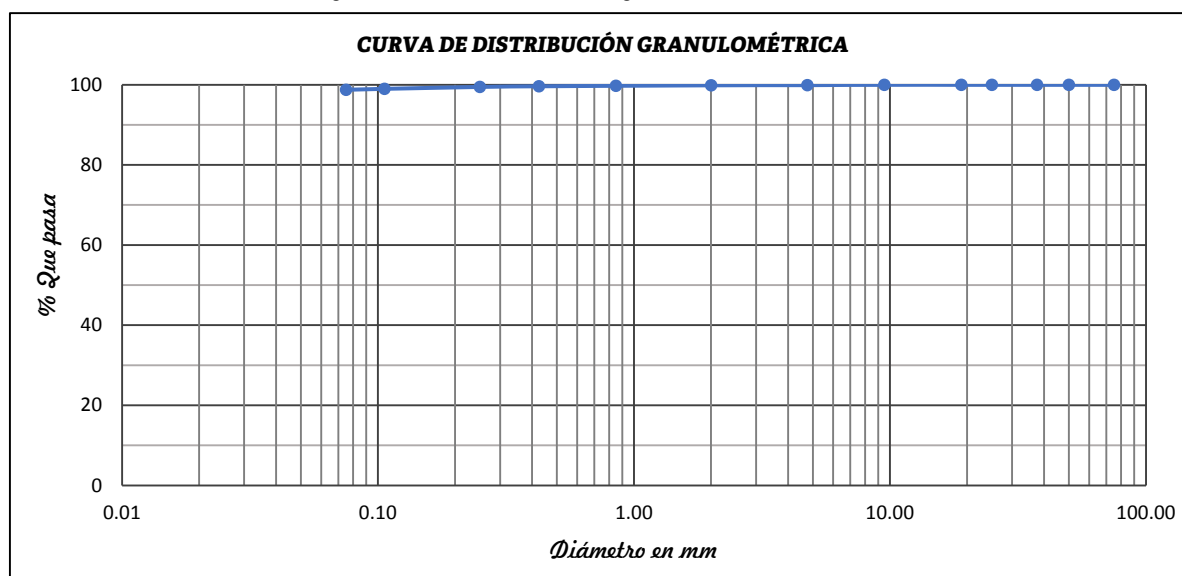
Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-10
 ESTRATO: E-2
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778191.6672 NORTE: 9251733.1347
 MUESTRA: C-10-E-2

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	6.20 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	493.80 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	58%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	29%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	29%
N° 4	4.750	0.42	0.08	0.08	99.92		gr %
N° 10	2.000	0.22	0.04	0.13	99.87	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	0.53	0.11	0.23	99.77	Peso de la grava:	0.42 0.08
N° 40	0.425	0.71	0.14	0.38	99.62	Peso de la Arena:	5.78 1.16
N° 60	0.250	0.75	0.15	0.53	99.47	Peso de finos	493.80 98.76
N° 140	0.106	2.49	0.50	1.02	98.98	Clasificación SUCS:	CH
N° 200	0.075	1.08	0.22	1.24	98.76	Arcilla de alta compresibilidad	
Platillo		493.80	98.76			Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 71: Curva de distribución granulométrica calicata N°10



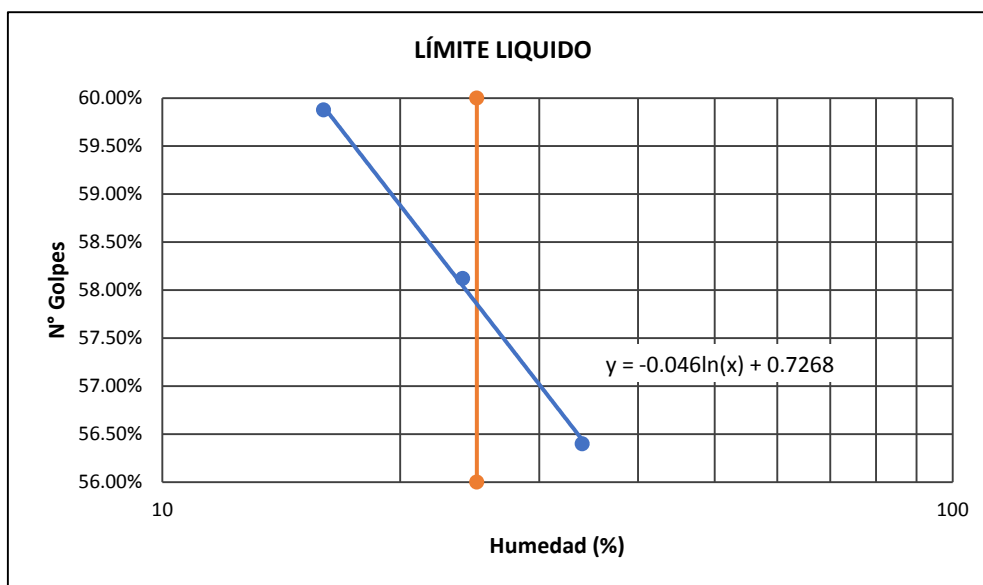
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-10
 MUESTRA: C-10-E-2

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	34	16	24		Tara N°	G-1-S	B-10-S
Tara N°	B-1	T-3	T-2		Tara + Suelo Húmedo	14.31	13.54
Tara + Suelo Húmedo	39.93	32.14	37.98		Tara + Suelo Seco	12.73	12.14
Tara + Suelo Seco	30.50	24.38	27.96		Peso del agua	1.58	1.4
Peso del agua	9.43	7.76	10.02		Peso de la tara	7.21	7.29
Peso de la tara	13.78	11.42	10.72		Peso del suelo seco	5.52	4.85
Peso del suelo seco	16.72	12.96	17.24		Humedad (%)	28.62%	28.87%
Humedad (%)	56.40%	59.88%	58.12%		Humedad prom. (%)	28.74%	

Figura 72: Gráfica límite líquido calicata N° 10



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	58%
Límite plástico (%):	29%
índice de plasticidad (%):	29%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: C-11

ESTRATO: E-1

PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m

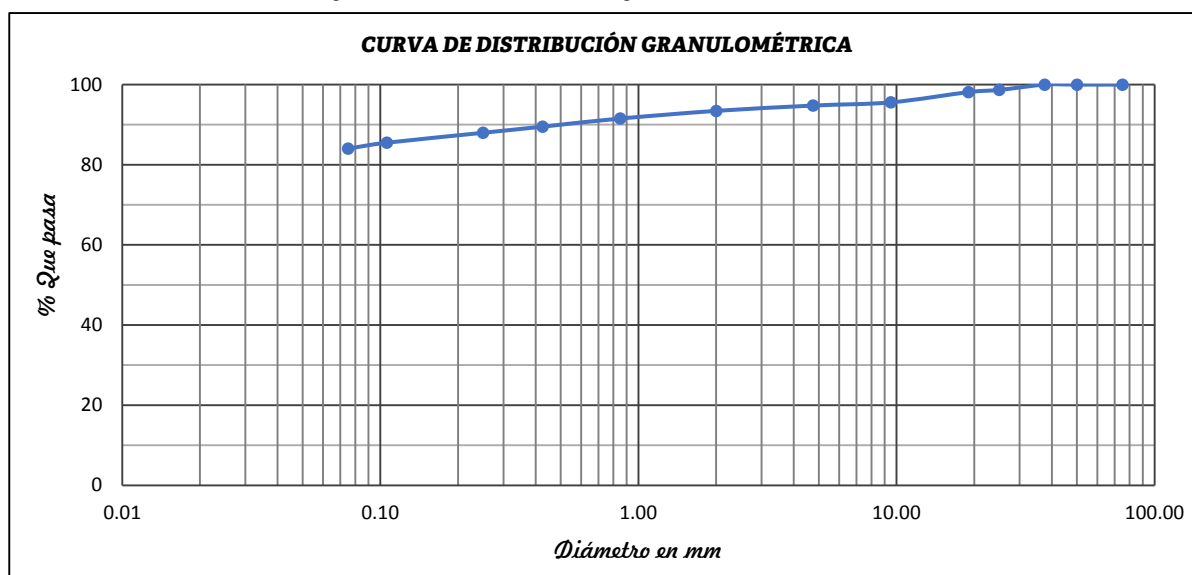
COORDENADAS ESTE: 778188.6094

NORTE: 9251772.3521

MUESTRA: C-11-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	2000.00 gr
						Peso seco final:	319.19 gr
						Peso menor N° 200:	1680.81 gr
						Resultados de ensayos	
						Límite Líquido:	51%
						Límite plástico:	26%
						Índice de plasticidad:	25%
							gr %
						Peso total:	2000.00 100
						Peso de la grava:	104.32 5.22
						Peso de la Arena:	214.87 10.74
						Peso de finos	1680.81 84.04
						Clasificación SUCS:	CH
						Arcilla de alta compresibilidad con arena	
						Clasificación AASHTO:	A-7-6
		1680.81	84.04				

Figura 73: Curva de distribución granulométrica calicata N°11



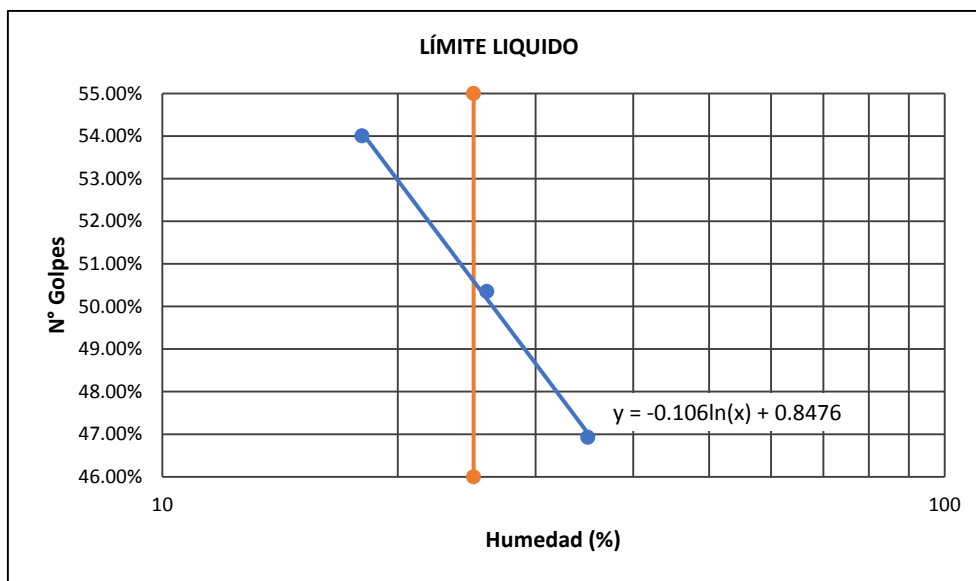
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-11
 MUESTRA: E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	35	26	18		Tara N°	G-2-S	G-8-S
Tara N°	B-3	G-2	G-1		Tara + Suelo Húmedo	13.66	14.15
Tara + Suelo Húmedo	38.09	41.60	36.93		Tara + Suelo Seco	12.34	12.76
Tara + Suelo Seco	30.45	32.31	28.84		Peso del agua	1.32	1.39
Peso del agua	7.64	9.29	8.09		Peso de la tara	7.20	7.32
Peso de la tara	14.17	13.86	13.86		Peso del suelo seco	5.14	5.44
Peso del suelo seco	16.28	18.45	14.98		Humedad (%)	25.68%	25.55%
Humedad (%)	46.93%	50.35%	54.01%		Humedad prom. (%)	25.62%	

Figura 74: Gráfica límite líquido calicata N°11



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	51%
Límite plástico (%):	26%
índice de plasticidad (%)	25%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

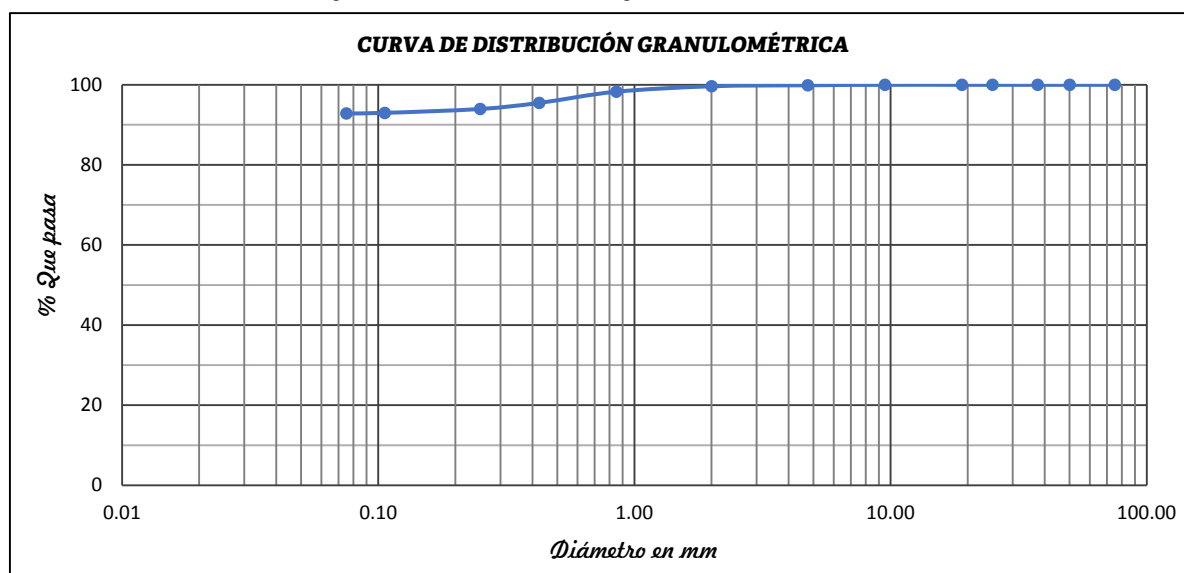
Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-12
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778185.5573 NORTE: 9251811.5669
 MUESTRA: C-12-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	35.76 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	464.24 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	49%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	30%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	19%
N° 4	4.750	0.57	0.12	0.12	99.88	gr	%
N° 10	2.000	1.27	0.27	0.38	99.62	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	6.82	1.43	1.81	98.19	Peso de la grava:	0.57 0.12
N° 40	0.425	13.90	2.91	4.72	95.28	Peso de la Arena:	35.19 7.36
N° 60	0.250	7.61	1.59	6.31	93.69	Peso de finos	464.24 92.52
N° 140	0.106	4.95	1.04	7.35	92.65	Clasificación SUCS:	ML
N° 200	0.075	0.64	0.13	7.48	92.52	Limo de baja compresibilidad	
Platillo		464.24	92.85			Clasificación AASHTO:	A-7-5

Figura 75: Curva de distribución granulométrica calicata N°12

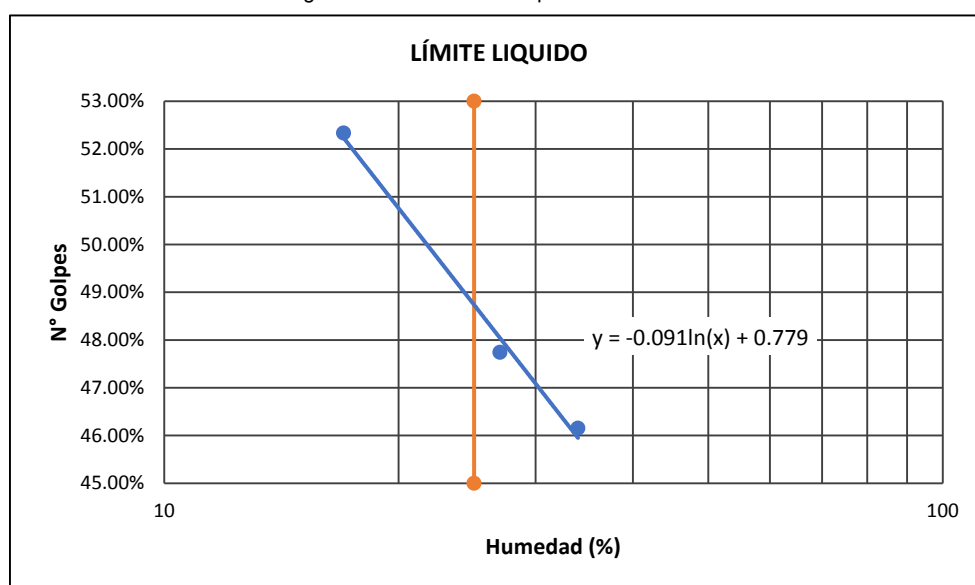


Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-12
 MUESTRA: E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	27	34	17		Tara N°	G-8-S	B-10-S
Tara N°	T-13	T-11	T-10		Tara + Suelo Húmedo	14.03	14.04
Tara + Suelo Húmedo	48.33	40.92	40.13		Tara + Suelo Seco	12.47	12.46
Tara + Suelo Seco	36.28	31.20	30.15		Peso del agua	1.56	1.58
Peso del agua	12.05	9.72	9.98		Peso de la tara	7.32	7.29
Peso de la tara	11.04	10.14	11.08		Peso del suelo seco	5.15	5.17
Peso del suelo seco	25.24	21.06	19.07		Humedad (%)	30.29%	30.56%
Humedad (%)	47.74%	46.15%	52.33%		Humedad prom. (%)	30.43%	

Figura 76: Gráfica límite líquido calicata N°12



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	49%
Límite plástico (%):	30%
Índice de plasticidad (%):	19%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

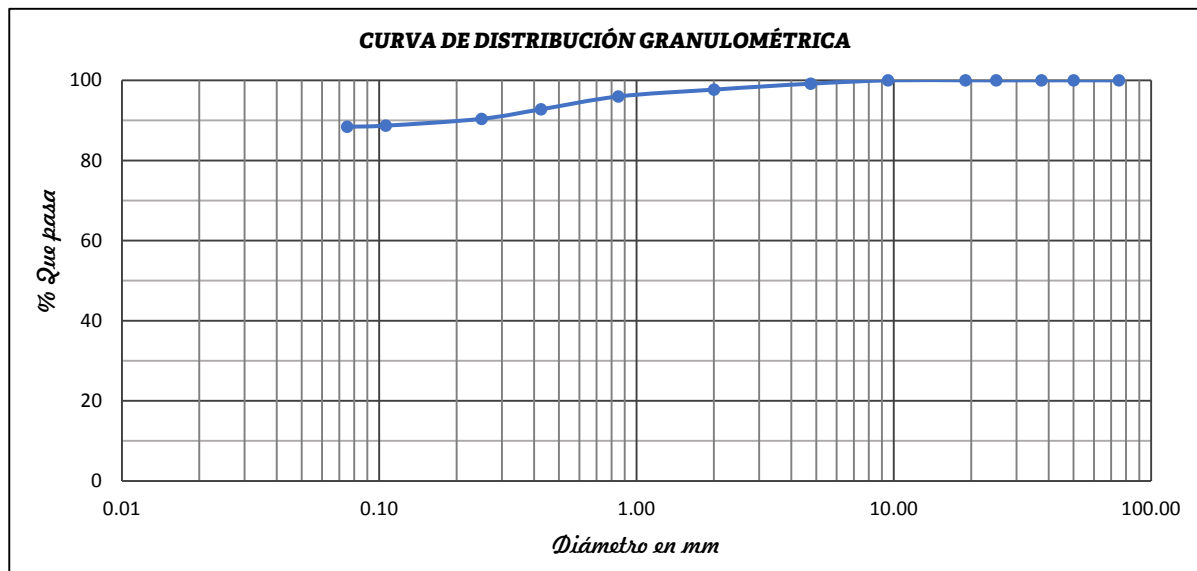
Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-13
 ESTRATO: E-1
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778259.2550 NORTE: 9251738.3983
 MUESTRA: C-13-E-1

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	57.83 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	442.17 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	40%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	26%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	14%
N° 4	4.750	4.06	0.81	0.81	99.19	gr	%
N° 10	2.000	7.39	1.48	2.29	97.71	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	8.60	1.72	4.01	95.99	Peso de la grava:	4.06 0.81
N° 40	0.425	16.04	3.21	7.22	92.78	Peso de la Arena:	53.77 10.75
N° 60	0.250	11.87	2.37	9.59	90.41	Peso de finos	442.17 88.43
N° 140	0.106	8.57	1.71	11.31	88.69	Clasificación SUCS: ML	
N° 200	0.075	1.30	0.26	11.57	88.43	Limo de baja compresibilidad	
Platillo		442.17	88.43			Clasificación AASHTO: A-6	

Figura 77: Curva de distribución granulométrica calicata N°13

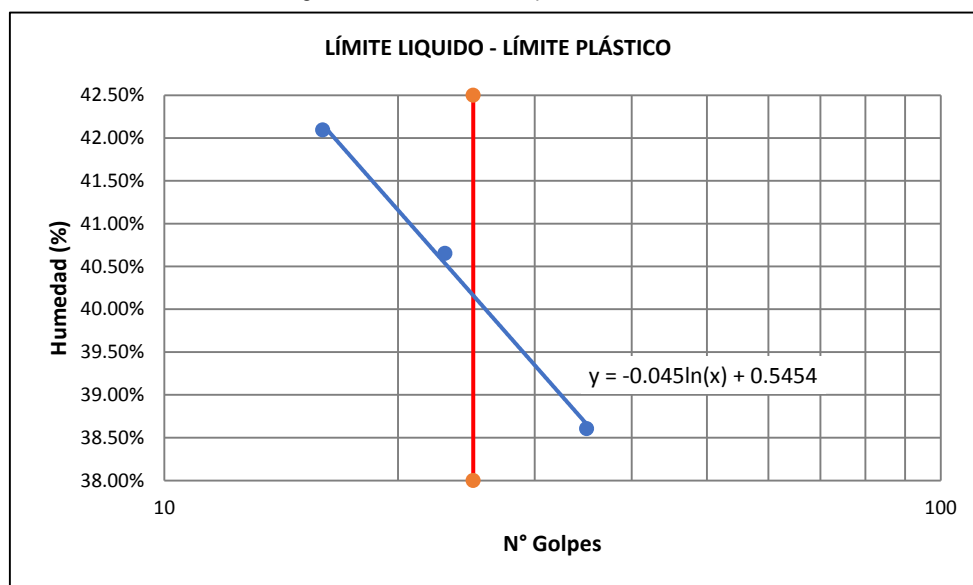


TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-13
 MUESTRA: C-13-E-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	35	16	23		Tara N°	C-1	C-2
Tara N°	G-2	B-3	B-1		Tara + Suelo Húmedo	56.77	60.87
Tara + Suelo Húmedo	54.00	46.07	45.30		Tara + Suelo Seco	55.37	59.54
Tara + Suelo Seco	42.82	36.62	36.19		Peso del agua	1.4	1.33
Peso del agua	11.18	9.45	9.11		Peso de la tara	50.03	54.45
Peso de la tara	13.86	14.17	13.78		Peso del suelo seco	5.34	5.09
Peso del suelo seco	28.96	22.45	22.41		Humedad (%)	26.22%	26.13%
Humedad (%)	38.60%	42.09%	40.65%		Humedad prom. (%)	26.17%	

Figura 78: Gráfica límite líquido calicata N°13



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	40%
Límite plástico (%):	26%
Índice de plasticidad (%):	14%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SUELOS - NTP 339.128 (ASTM D422)

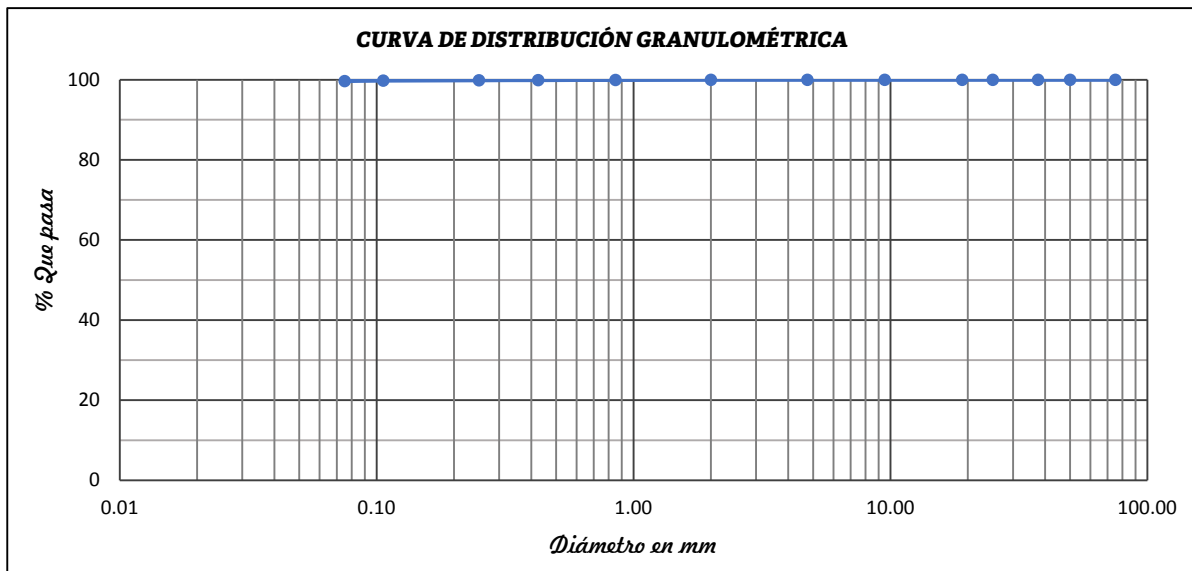
Fecha: nov-22

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-14
 ESTRATO: E-2
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778256.2084 NORTE: 9251777.6104
 MUESTRA: C-14-E-2

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	1.66 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	498.34 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	70%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	30%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	40%
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 10	2.000	0.05	0.01	0.01	99.99	Peso total:	500.00 gr 100 %
N° 20	0.850	0.17	0.03	0.04	99.96	Peso de la grava:	0.00 0.00
N° 40	0.425	0.17	0.03	0.08	99.92	Peso de la Arena:	1.66 0.33
N° 60	0.250	0.18	0.04	0.11	99.89	Peso de finos	498.34 99.67
N° 140	0.106	0.58	0.12	0.23	99.77	Clasificación SUCS:	CH
N° 200	0.075	0.51	0.10	0.33	99.67	Arcilla de alta compresibilidad	
Platillo		498.34	99.67			Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 79: Curva de distribución granulométrica calicata N°14

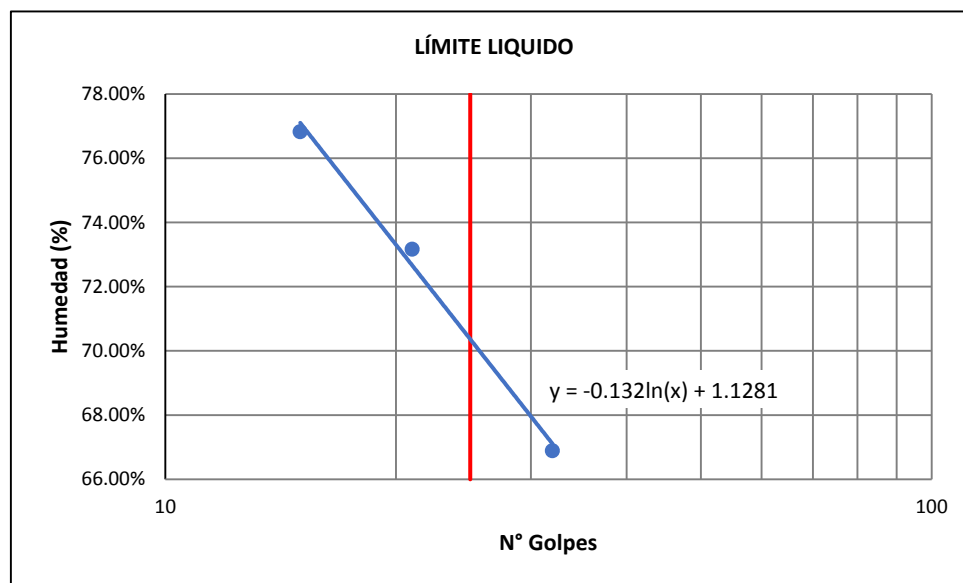


Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-14
 MUESTRA: E-2

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	32	21	15		Tara N°	G-8-S	G-6-S
Tara N°	T-11	T-13	T10		Tara + Suelo Húmedo	13.54	14.57
Tara + Suelo Húmedo	37.86	37.69	36.79		Tara + Suelo Seco	12.11	12.89
Tara + Suelo Seco	26.75	26.43	25.62		Peso del agua	1.43	1.68
Peso del agua	11.11	11.26	11.17		Peso de la tara	7.32	7.27
Peso de la tara	10.14	11.04	11.08		Peso del suelo seco	4.79	5.62
Peso del suelo seco	16.61	15.39	14.54		Humedad (%)	29.85%	29.89%
Humedad (%)	66.89%	73.16%	76.82%		Humedad prom. (%)	29.87%	

Figura 80: Gráfica límite líquido calicata N°14



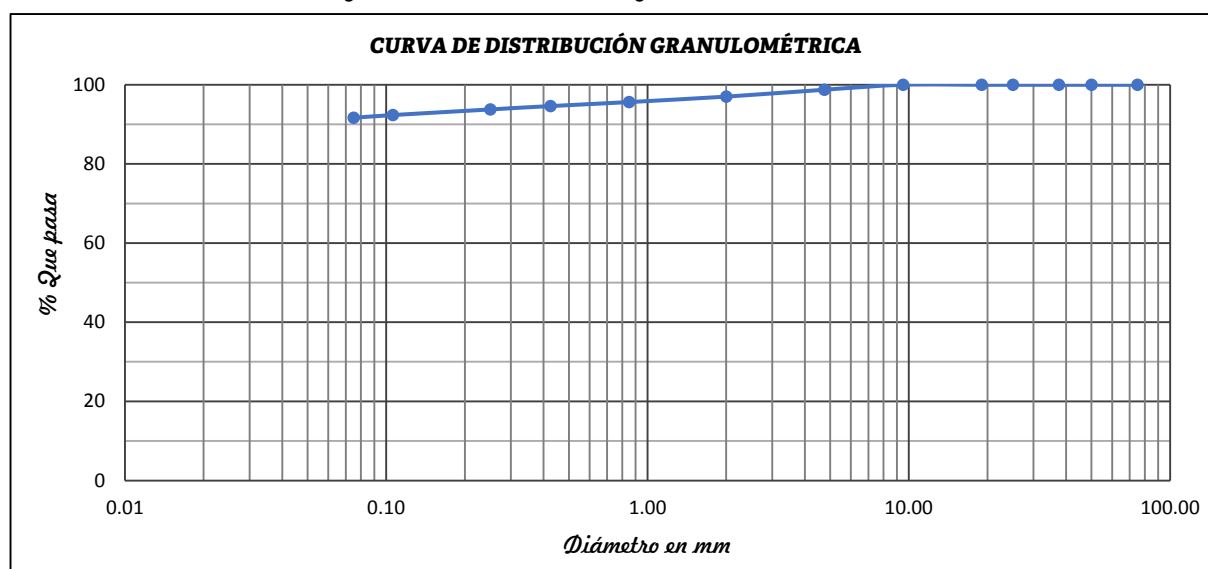
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	70%
Límite plástico (%):	30%
índice de plasticidad (%):	40%

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-15
 ESTRATO: E-2
 PROFUNDIDAD: Entre 2.15 m a 2.45 m
 COORDENADAS ESTE: 778256.2084 NORTE: 9251777.6104
 MUESTRA: C-15-E-2

Tamaño Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Análisis	
						Peso seco Inicial:	500.00 gr
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco final:	41.54 gr
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso menor N° 200:	458.46 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Resultados de ensayos	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	37%
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite plástico:	22%
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de plasticidad:	15%
N° 4	4.750	6.14	1.23	1.23	98.77		gr %
N° 10	2.000	8.68	1.74	2.96	97.04	Peso total:	500.00 100
N° 20	0.850	6.95	1.39	4.35	95.65	Peso de la grava:	6.14 1.23
N° 40	0.425	5.02	1.00	5.36	94.64	Peso de la Arena:	35.40 7.08
N° 60	0.250	4.28	0.86	6.21	93.79	Peso de finos	458.46 91.69
N° 140	0.106	7.13	1.43	7.64	92.36	Clasificación SUCS:	CL
N° 200	0.075	3.34	0.67	8.31	91.69	Arcilla de baja compresibilidad	
Platillo		458.46	91.69	-	-	Clasificación AASHTO:	A-7-6

Figura 81: Curva de distribución granulométrica calicata N° 15



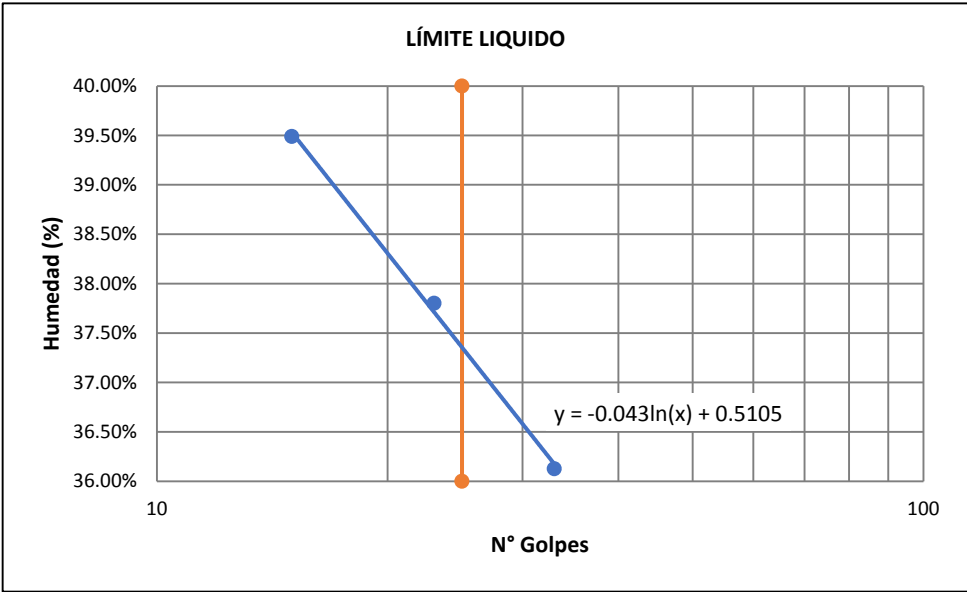
ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS - NTP 339.129 (ASTM D4318)	Fecha: nov-22
--	---------------

Tesis: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca
 CALICATA: C-15
 MUESTRA: C-15-E-2

LÍMITES DE CONSISTENCIA							
LÍMITE LIQUIDO				-	LÍMITE PLÁSTICO		
Muestra o ensayo	1	2	3		Muestra o ensayo	1	2
N° Golpes	15	23	33		Tara N°	G-4-S	G-5-S
Tara N°	B-3	G-1	G-2		Tara + Suelo Húmedo	13.45	13.56
Tara + Suelo Húmedo	49.14	44.70	43.10		Tara + Suelo Seco	12.37	12.43
Tara + Suelo Seco	39.24	36.24	35.34		Peso del agua	1.08	1.13
Peso del agua	9.90	8.46	7.76		Peso de la tara	7.36	7.24
Peso de la tara	14.17	13.86	13.86		Peso del suelo seco	5.01	5.19
Peso del suelo seco	25.07	22.38	21.48		Humedad (%)	21.56%	21.77%
Humedad (%)	39.49%	37.80%	36.13%		Humedad prom. (%)	21.66%	

Figura 82: Gráfica límite líquido calicata N°15



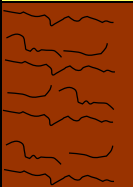

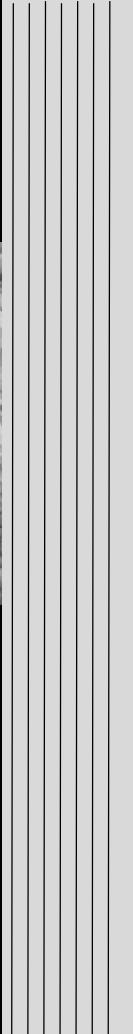
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite líquido (%):	37%
Límite plástico (%):	22%
índice de plasticidad (%)	15%

Anexo 1.D. Perfiles estratigráficos

PERFIL ESTATIGRAFICO	Fecha: nov-22
-----------------------------	---------------

<p>TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"</p>
--

<p>UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca</p> <p>CALICATA: C-1</p> <p>COORDENADAS: ESTE: 777999.4734 NORTE: 9251835.9492</p>

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20			Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40	-	-							
0.60	E1	C-1-E-1	 <p>Presenta limos de baja compresibilidad no plásticos con arena, color en seco gris claro. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.</p>		ML	32%	30%	2%	70.36
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTATIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

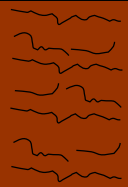

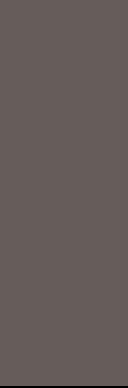

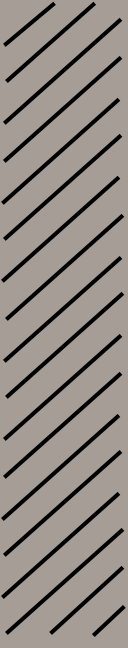
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-2**

COORDENADAS

ESTE: 778027.6236

NORTE: 9251864.3669

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	-			-	-	-	-	-
0.80									
1.00									
1.20									
1.40	E2	C-2-E-2			CH	57%	27%	30%	83.48
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTATIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

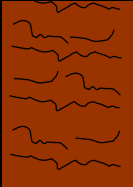

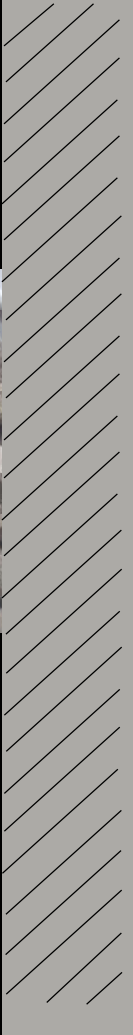
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-3**

COORDENADAS

ESTE: 778055.7738

NORTE: 9251892.7846

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-3-E-1	 Presenta arcillas de baja compresibilidad arenoso, color en seco gris parduzco. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CL	45%	24%	21%	59.80
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

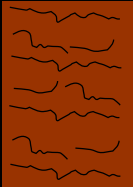

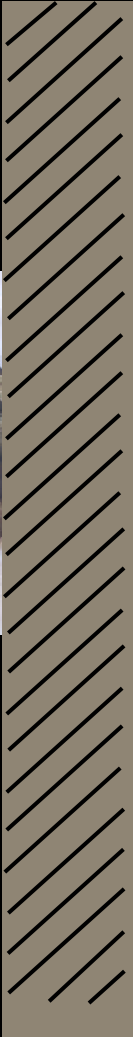
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-4**

COORDENADAS

ESTE: 778046.8363

NORTE: 9251789.0322

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-4-E-1	 Presenta arcillas de alta compresibilidad, color en seco gris oliva con fragmentos pequeños amarillentos. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CH	71%	30%	41%	93.84
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

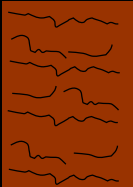


UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-5**

COORDENADAS

ESTE: 778074.9865

NORTE: 9251817.4499

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-5-E-1	 Presenta arcillas de baja compresibilidad con grava, color en seco gris parduzco claro. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CL	40%	21%	19%	80.23
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

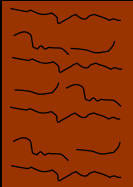

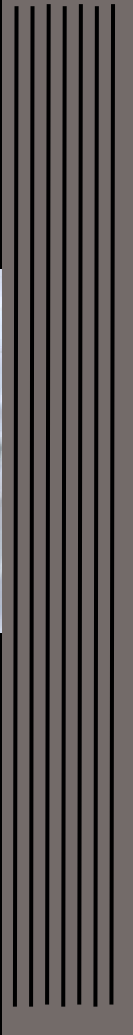
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-6**

COORDENADAS

ESTE: 778094.6615

NORTE: 9251735.0773

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-6-E-1	 <p>Presenta limos de alta compresibilidad, color en seco gris oscuro con fragmentos pequeños amarillentos. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.</p>		MH	57%	39%	18%	85.87
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTATIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

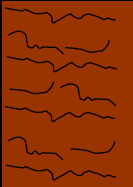

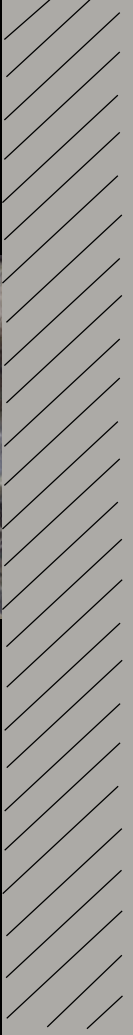
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-7**

COORDENADAS

ESTE: 778094.6615

NORTE: 9251735.0773

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-7-E-1	 Presenta arcillas de alta compresibilidad, color en seco gris parduzco claro. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CL	48%	26%	22%	97.30
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

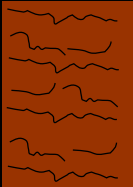

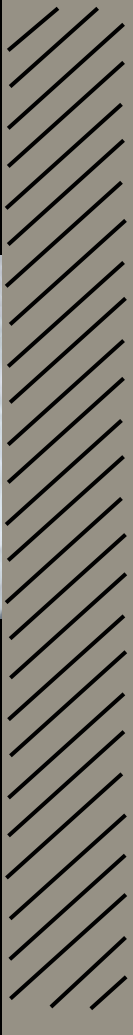
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-8**

COORDENADAS

ESTE: 778122.7464

NORTE: 9251753.0003

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-8-E-1	 Presenta arcillas de alta compresibilidad, color en seco gris verdoso. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CH	70%	29%	41%	90.15
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

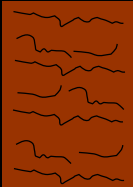

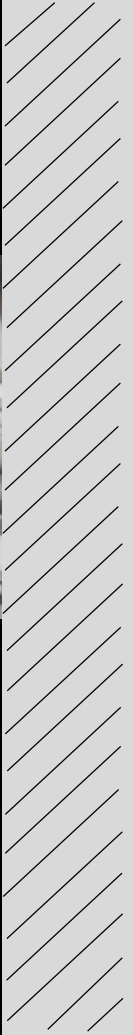
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-9**

COORDENADAS

ESTE: 778134.5323

NORTE: 9251792.9188

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-9-E-1	 Presenta arcillas de baja compresibilidad gravosa, color en seco gris. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CL	44%	22%	22%	50.08
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTATIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

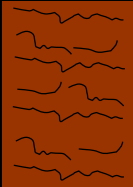




UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-10**

COORDENADAS

ESTE: 778191.6672

NORTE: 9251733.1347

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1				-	-	-	-	-
0.80									
1.00									
1.20									
1.40	E2	C-10-E-2			CH	58%	29%	29%	98.76
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

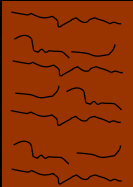

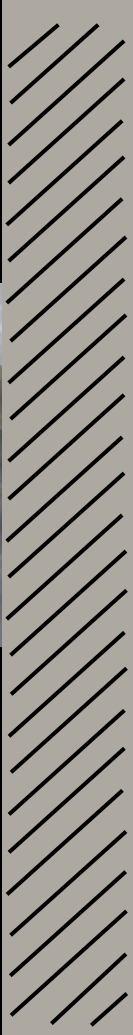
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-11**

COORDENADAS

ESTE: 778188.6094

NORTE: 9251772.3521

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-11-E-1	 Presenta arcillas de alta compresibilidad con arena, color en seco gris claro con fragmentos amarillo verdoso. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CH	51%	26%	25%	84.04
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTATIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

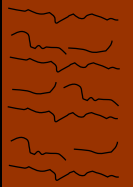



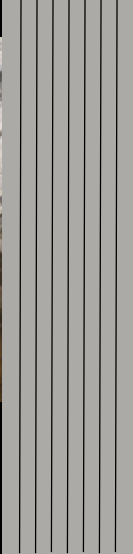
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-12**

COORDENADAS

ESTE: 778185.5573

NORTE: 9251811.5669

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1								
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60	E2	C-12-E-2			ML	49%	30%	19%	92.52
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

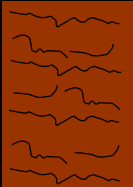


UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-13**

COORDENADAS

ESTE: 778259.2550

NORTE: 9251738.3983

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-13-E-1	 Presenta limos de baja compresibilidad, color en seco gris azulado. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		ML	40%	26%	14%	88.43
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

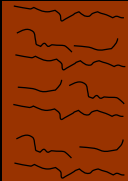




UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-14**

COORDENADAS

ESTE: 778256.2084

NORTE: 9251777.6104

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1				-	-	-	-	-
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80	E2	C-14-E-2			CH	70%	30%	40%	99.67
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

PERFIL ESTADIGRAFICO

Fecha: nov-22

TESIS: "Relación de la resistencia al corte de los suelos de fundación mediante ensayos de penetración estándar (SPT) y compresión simple en la zona de expansión urbana localidad El Tambo – Bambamarca – Hualgayoc – Cajamarca, 2022"

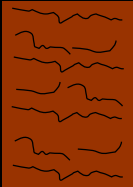

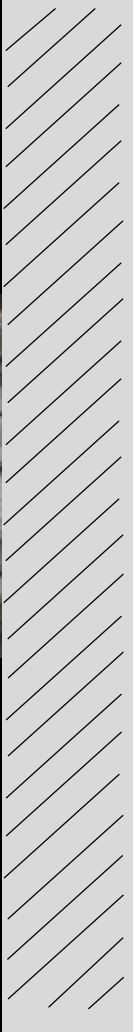
UBICACIÓN: El Tambo, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento Cajamarca

CALICATA: **C-15**

COORDENADAS

ESTE: 778256.2084

NORTE: 9251777.6104

Profundidad (m)	Estrato	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS	Límites de Consistencia			% que pasa la malla N°200
						LL	LP	IP	
0.20	-	-	Material Orgánico		-	-	-	-	-
0.40									
0.60	E1	C-15-E-1	 Presenta arcillas de baja compresibilidad, color en seco gris claro. No se encontró nivel freático. Muestra en estado seco.		CL	37%	22%	15%	91.69
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.60									

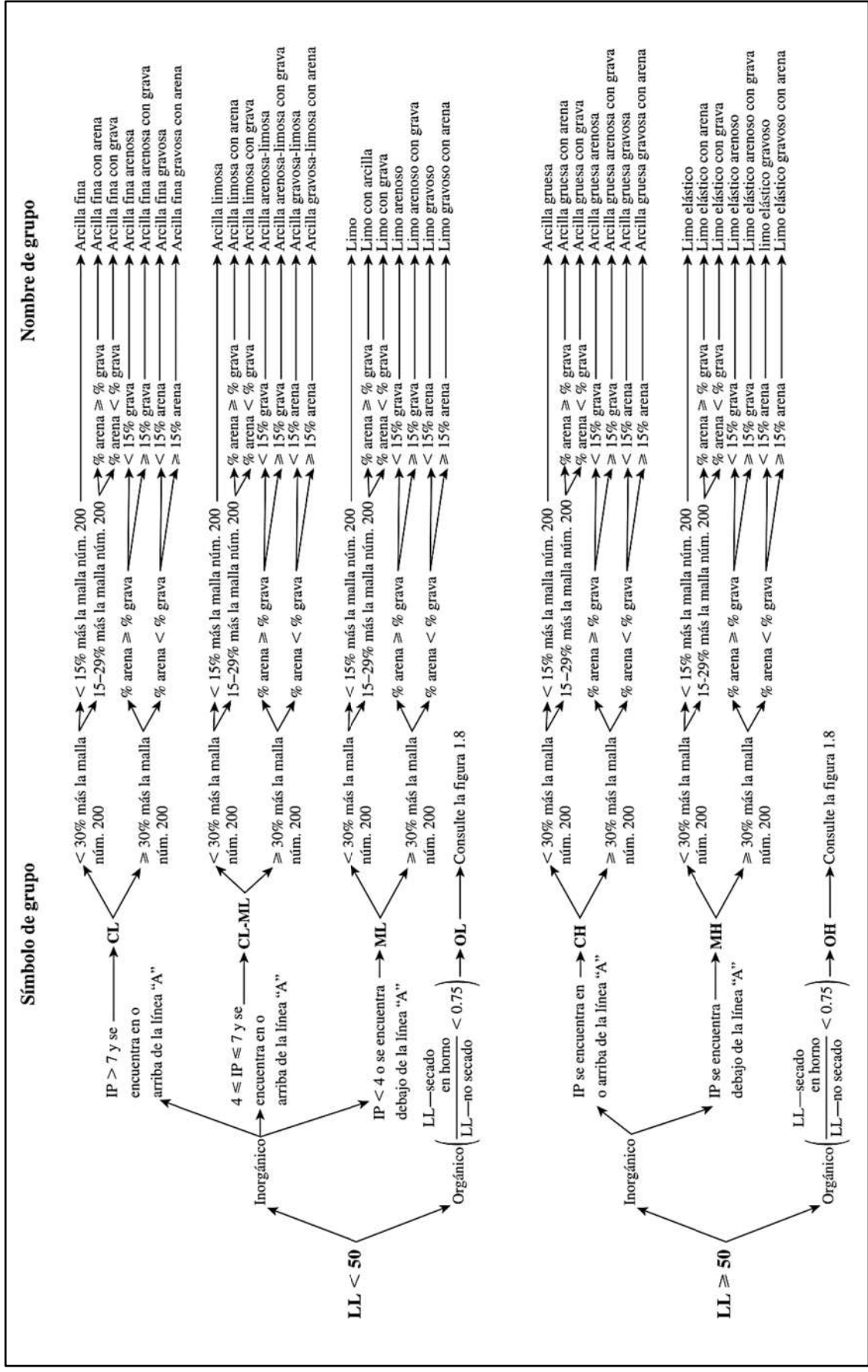
ANEXO 2: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS

Tabla 18: Clasificación en el sistema SUCS (ASTM D2487-98)

Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio			Clasificación del suelo			
			Símbolo de grupo	Nombre de grupo		
Suelos de grano grueso (Más de 50 % retenido en la malla núm. 200)	Gravas de 50 % de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Gravas limpias del 5% finos ^c	Menos	GW	Grava bien graduada ^f	
	Arenas 50 % o más de la fracción gruesa pasa la malla núm. 4	Gravas con finos de 12 % finos ^c	Más	GP	Grava mal graduada ^f	
Suelos de grano fino (50 % o más pasa la malla núm. 200)	Limos y arcillas líquido menor que 50	Inorgánicos	Menos	GM	Grava limosa ^{f,g,h}	
			Más	GC	Grava arcillosa ^{f,g,h}	
	Limos y arcillas líquido 50 o mayor	Orgánicos	Menos	SW	Arena bien graduada ⁱ	
			Más	SP	Arena mal graduada ⁱ	
				SM	Arena limosa ^{g,h,i}	
				SC	Arena Arcillosa ^{g,h,i}	
Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico	Límite	Orgánicos	IP > 7 y se encuentra en o arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja compresibilidad ^{k,l,m}	
			IP < 4 o se encuentra debajo de la línea "A"	ML	Limo de baja compresibilidad ^{k,l,m}	
			Límite líquido -secado en horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica ^{k,l,m,n}	
			Límite líquido- no secado < 0.75	OH	Limo orgánico ^{k,l,m,o}	
Suelos orgánicos altamente	Límite	Orgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta compresibilidad ^{k,l,m,n}	
			IP se encuentra debajo de la línea "A"	MH	Limo de alta compresibilidad ^{k,l,m,n}	
a Con base en el material que pasa la malla de 75 mm (3 in)	b Si la muestra de campo contenía cantos rodados o piedra bola, o ambos, agregue "con arena" o "con grava" lo que predomine.	c $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	C _c = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$	k Si es suelo contiene 15 a 29 % más la malla núm. 200, agregue "con arena" o "con grava" lo que predomine.	PT	Turba
c Gravas con 5 a 12 % de finos requieren símbolos dobles: grava bien graduada con limo, GW - GM; grava bien graduada con arcilla, GW - GC; grava mal graduada con limo GR - GM; grava mal graduada con arcilla, GP - GC.	d Arenas con 5 a 12 % de finos requieren símbolos dobles: arena bien graduada con limo SW - SM; arena bien graduada con arcillas SW - SC; arena mal graduada con limo SP - SM; arena mal graduada con arcilla SP - SC.	e Si los finos se clasifican con CL - ML, utilice el símbolo doble GC - GM o SC - SM	f Si el suelo contiene ≥ 15 % de arena, agregue "con arena" al grupo.	g Si los finos son orgánicos, agregue "con finos orgánicos" al nombre del grupo.	h Si el suelo contiene ≥ 15 % de grava, agregue "con grava" al nombre del grupo.	i Si los límites de Atterberg se encuentran en el área sombreada, el suelo es una arcilla limosa, CL - ML.

Fuente: Braja M. Das (2012)

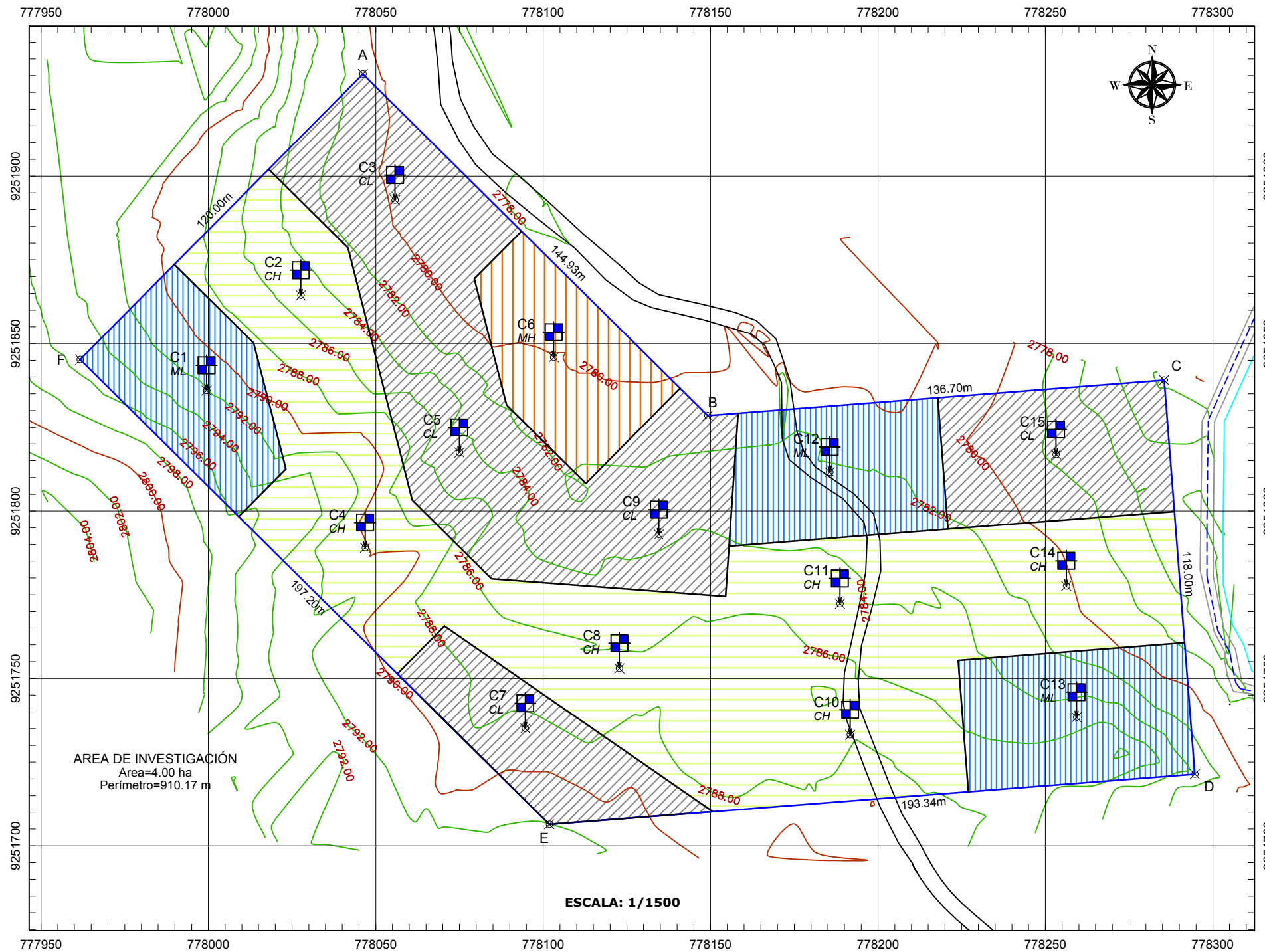
Figura 84: Diagrama de flujo para clasificar suelos de grano fino (ASTM D2487-98)



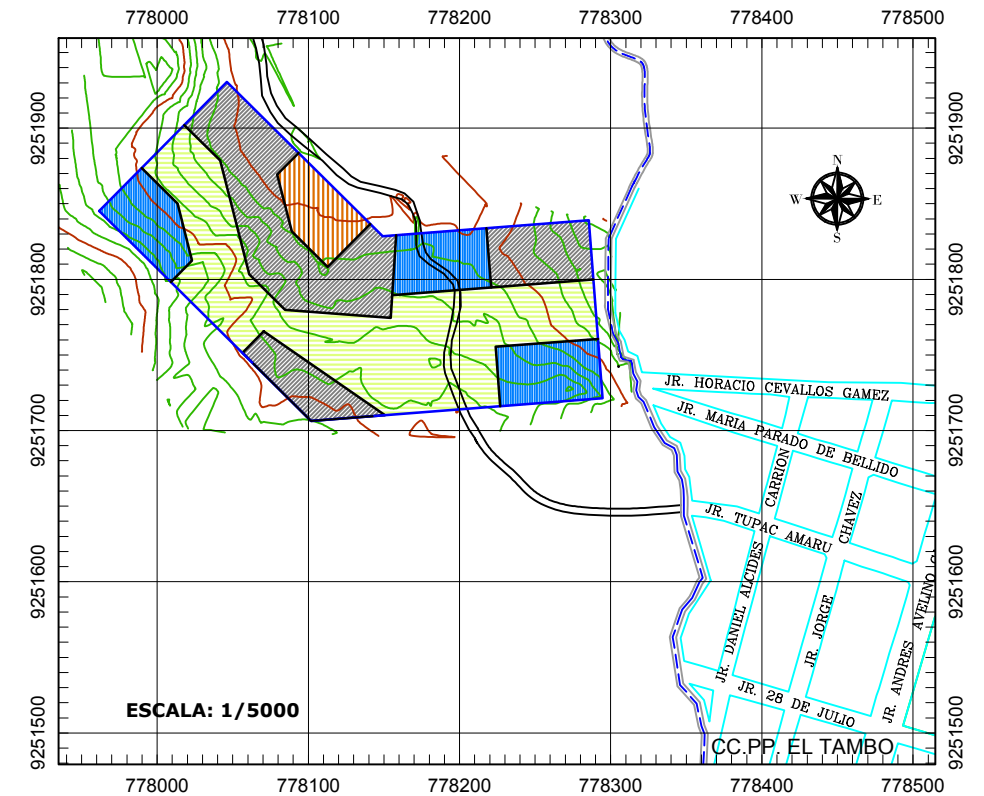
Fuente: Braja M. Das (2012)

ANEXO 3: PLANOS

PLANO DE TIPOS DE SUELOS



PLANO DE LOCALIZACIÓN



COORDENADAS UTM DE LOS VÉRTICES - WGS84 17S

VERTICE	LADO	DISTANCIA(m)	ANGULO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A - B	144.93	90° 0' 0"	778046.1675	9251930.4520
B	B - C	136.70	229° 10' 46"	778149.1309	9251828.4579
C	C - D	118.00	90° 0' 0"	778285.4213	9251839.0656
D	D - E	193.34	90° 0' 0"	778294.5777	9251721.4214
E	E - F	197.20	130° 49' 14"	778101.8162	9251706.4184
F	F - A	120.00	90° 0' 0"	777961.7169	9251845.1989
TOTAL		910.17	720° 0' 0"		

COORDENADAS UTM DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN - WGS84 17S

PUNTOS	ESTE (X)	NORTE (Y)	PUNTOS	ESTE (X)	NORTE (Y)
C1	777999.4734	9251835.9492	C9	778134.5323	9251792.9188
C2	778027.6236	9251864.3669	C10	778191.6672	9251733.1347
C3	778055.7738	9251892.7846	C11	778188.6094	9251772.3521
C4	778046.8363	9251789.0322	C12	778185.5573	9251811.5669
C5	778074.9865	9251817.4499	C13	778259.2550	9251738.3983
C6	778103.1367	9251845.8676	C14	778256.2084	9251777.6104
C7	778094.6615	9251735.0773	C15	778253.1507	9251816.8278
C8	778122.7464	9251753.0003			

LEYENDA

	SUELO TIPO "ML"		SUELO TIPO "CL"
	SUELO TIPO "MH"		SUELO TIPO "CH"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "RELACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION MEDIANTE ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) Y COMPRESION SIMPLE EN LA ZONA DE EXPANSION URBANA LOCALIDAD EL TAMBO - BAMBAMARCA - HUALGAYOC - CAJAMARCA, 2022"

PLANO:	TIPOS DE SUELOS		Nº PLANO:
DISTRITO:	BAMBAMARCA	PROVINCIA:	HUALGAYOC
DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA		PI-01
TESISTA:	Bach. DÍAZ MARÍN DENIS MAYCOL		
FECHA:	DICIEMBRE - 2022	ESCALA:	INDICADA