



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis de la capacidad portante de suelos cohesivos aplicando el ensayo de penetración estándar en Juliaca, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Peña Zúñiga, Arturo Daniel

<https://orcid.org/0000-0001-8703-2838>

Flores Ascarza, Leónidas Augusto

<https://orcid.org/0000-0002-3073-9987>

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

<https://orcid.org/0000-0002-0684-5114>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a Dios, quién me dio la vida, la fortaleza y perseverancia para culminar con éxito este proyecto, a mi madre Lourdes por su gran apoyo, a mis hermanos y a la Ingeniera Merly Milagros que con su experiencia me impulsó y motivó en el desarrollo del presente trabajo.

Peña Zúñiga, Arturo Daniel

En primer lugar, a Dios a nuestros padres y hermanos por su aliento constante y su gran apoyo incondicional, quienes con su aporte hicieron posible el desarrollo integral de esta investigación.

Flores Ascarza, Leónidas Augusto

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida para seguir adelante día a día a pesar de cualquier dificultad que se me presente, a mi hermana Carol por su apoyo incondicional, a mi familia que me motivó a seguir adelante y al Dr. Gerardo que fue guía y mentor en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Peña Zúñiga, Arturo Daniel

A Dios quien nos brindó una nueva oportunidad para demostrar que podemos seguir adelante, a nuestro asesor de tesis Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga por su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A mi compañero Arturo que me apoyo incondicionalmente y a mis hermanos que siempre estuvieron conmigo para seguir adelante.

Flores Ascarza, Leónidas Augusto

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipos y Diseño de Investigación .....	18
3.2. Variables y Operacionalización.....	19
3.3. Población muestra y muestreo .....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos .....	20
3.5. Procedimientos .....	20
3.6. Método de análisis de datos .....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES .....	63
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Correlación aproximada entre el número de penetración estándar y la resistencia a la compresión simple en suelos cohesivos. ....	11
Tabla 2.	Clasificación Unificada de Suelos SUCS. ....	13
Tabla 3.	Registro de número de golpes N de campo. ....	22
Tabla 4.	Contenido de humedad de suelos. ....	23
Tabla 5.	Límites de Atterberg de suelos. ....	24
Tabla 6.	Granulometría suelos SPT N° 01. ....	25
Tabla 7.	Granulometría suelos SPT N° 02. ....	25
Tabla 8.	Granulometría suelos SPT N° 03. ....	26
Tabla 9.	Granulometría suelos SPT N° 04. ....	26
Tabla 10.	Clasificación de Suelos Ensayos de Penetración Estándar. ....	26
Tabla 11.	Resistencia a la compresión simple SPT N°01. ....	27
Tabla 12.	Resistencia a la compresión simple SPT N°02. ....	28
Tabla 13.	Resistencia a la compresión simple SPT N°03. ....	29
Tabla 14.	Resistencia a la compresión simple SPT N°04. ....	30
Tabla 15.	Resistencia al corte no drenado SPT N°01. ....	31
Tabla 16.	Resistencia al corte no drenado SPT N°02. ....	32
Tabla 17.	Resistencia al corte no drenado SPT N°03. ....	33
Tabla 18.	Resistencia al corte no drenado SPT N°04. ....	34
Tabla 19.	Capacidad de carga admisible SPT N° 01. ....	35
Tabla 20.	Capacidad de carga admisible SPT N° 02. ....	36
Tabla 21.	Capacidad de carga admisible SPT N° 03. ....	38
Tabla 22.	Capacidad de carga admisible SPT N° 04. ....	39
Tabla 23.	Capacidad de carga admisible SPT N° 01. ....	41
Tabla 24.	Capacidad de carga admisible SPT N° 02. ....	42
Tabla 25.	Capacidad de carga admisible SPT N° 03. ....	43
Tabla 26.	Capacidad de carga admisible SPT N° 04. ....	45
Tabla 27.	Capacidad de carga de SPT N° 01. ....	48
Tabla 28.	Capacidad de carga de SPT N° 02. ....	50
Tabla 29.	Capacidad de carga de SPT N° 03. ....	51
Tabla 30.	Capacidad de carga SPT N° 04. ....	53
Tabla 31.	Capacidad de carga SPT N° 01. ....	54
Tabla 32.	Capacidad de carga SPT N° 02. ....	55
Tabla 33.	Capacidad de carga SPT N° 03. ....	57
Tabla 34.	Capacidad de carga SPT N° 04. ....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Carta de Plasticidad.....	15
Figura 2.	Modificación por presencia de Nivel Freático .....	17
Figura 3.	Área y puntos de sondeo realizados en la presente investigación ...	22
Figura 4.	Compresión Simple SPT 01 .....	28
Figura 5.	Compresión Simple SPT 02 .....	29
Figura 6.	Compresión Simple SPT 03 .....	30
Figura 7.	Compresión Simple SPT 04 .....	31
Figura 8.	Comparación de Cohesiones SPT 01.....	32
Figura 9.	Comparación de Cohesiones SPT 02.....	33
Figura 10.	Comparación de Cohesiones SPT 03.....	34
Figura 11.	Comparación de Cohesiones SPT 04.....	35
Figura 12.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 01.....	36
Figura 13.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 02.....	38
Figura 14.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 03.....	39
Figura 15.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 04.....	41
Figura 16.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 01 $q_u/2$ .....	42
Figura 17.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 02 $q_u/2$ .....	43
Figura 18.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 03 $q_u/2$ .....	45
Figura 19.	Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 04 $q_u/2$ .....	46
Figura 20.	Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 01 .....	47
Figura 21.	Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 02 .....	47
Figura 22.	Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 03 .....	48
Figura 23.	Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 04 .....	48
Figura 24.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 01.....	50
Figura 25.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 02.....	51
Figura 26.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 03.....	53
Figura 27.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 04.....	54
Figura 28.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 01 $q_u/2$ .....	55
Figura 29.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 02 $q_u/2$ .....	57
Figura 30.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 03 $q_u/2$ .....	58
Figura 31.	Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 04 $q_u/2$ .....	59
Figura 32.	Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 01 .....	60
Figura 33.	Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 02.....	60
Figura 34.	Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 03.....	61
Figura 35.	Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 04.....	61

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizaron cuatro puntos de sondeo a tres metros de profundidad en un área aproximada de cinco mil metros cuadrados en el centro poblado de Mucra I que pertenece a al distrito de San Miguel de la provincia de San Román del departamento de Puno con la finalidad de determinar la capacidad portante de suelos que presentan cohesión aplicando el ensayo de penetración estándar, utilizando una metodología cuasiexperimental, encontrándose suelos de clasificación SM, CL, CH, CL-ML y ML con una estratigrafía muy variada, obteniéndose la cohesión mediante la correlación del número de golpes normalizado y la resistencia a la compresión simple valores que se aplicaron en las ecuaciones de las teorías de capacidad de carga de Terzaghi y Meyerhof con un ( $\phi = 0$ ), concluyéndose que los resultados de la cohesión obtenidos por la ecuación de Hara y Otros (1971) presentaron valores mayores a la cohesión obtenida de la resistencia a la compresión simple, los resultados de la capacidad de carga admisible para una zapata de un metro cuadrado presentaron valores menores en la ecuación de Terzaghi, y valores mayores en la ecuación general de la capacidad de carga de Meyerhof. Determinándose que los valores de la capacidad de carga del suelo con la ecuación de Terzaghi son más conservadores para la estimación y predimensionamiento de una cimentación. También se concluyó que, el suelo puede presentar variaciones en su resistencia, clasificación y estratigrafía en distancias cortas entre puntos de sondeo.

**Palabras clave:** Capacidad de carga, Cohesión, Cimentación, Compresión Simple.

## ABSTRACT

In the present work, four survey points were carried out at a depth of three meters in an area of approximately five thousand square meters in the town of Mucra I, which belongs to the district of San Miguel in the province of San Román in the department of Puno with The purpose of determining the bearing capacity of soils that present cohesion by applying the standard penetration test, using a quasi-experimental methodology, finding soils of classification SM, CL, CH, CL-ML and ML with a very varied stratigraphy, obtaining cohesion by means of the correlation of the normalized number of blows and the simple compressive strength values that were applied in the equations of the Terzaghi and Meyerhof load capacity theories with a ( $\phi = 0$ ), concluding that the cohesion results obtained by the equation de Hara and Others (1971) presented higher values than the cohesion obtained from the resistance to simple compression, the results of the capacitance The allowable load for a footing of one square meter presented lower values in the Terzaghi equation, and higher values in the general equation of the Meyerhof load capacity. Determining that the values of the bearing capacity of the soil with the Terzaghi equation are more conservative for the estimation and predimensioning of a foundation. It was also concluded that the soil can present variations in its resistance, classification and stratigraphy in short distances between sounding points.

**Keywords:** Load Capacity, Cohesion, Foundation, Simple Compression.



## I. INTRODUCCIÓN

Según BBC NEWS MUNDO (2021) la tragedia ocurrida en un edificio del Condominio de Champlain Towers South en Surfside Florida sucedido el 24 de junio del año actual donde una estructura de doce plantas colapsó generando muchas pérdidas materiales y muertes humanas, a pesar de que se realizaron estudios en el año 2020 por expertos de la Universidad Internacional de Florida detectando que en la década de 1990 el área donde se ubicaba el edificio se estaba hundiendo a una velocidad aproximada de dos milímetros por año. El Geólogo Shimon Wdowinski que participó en ese estudio, indicó que el movimiento del suelo pudo haber afectado a los cimientos y a la estructura del edificio, Atorod Azizinamini profesor de ingeniería civil, en su opinión dijo que edificios como ese, que se encuentran ubicados cerca a la costa del mar se deberían inspeccionar con más frecuencia, otra hipótesis deducida fue que por acciones del clima y el incremento de las precipitaciones pluviales se pudieron haber generado la saturación de los suelos provocando la existencia de vacíos formados por la presencia de agua impactando de manera negativa en su resistencia, la zona es muy afectada por los cambios climáticos provocando inundaciones por las crecidas del mar, lo que posiblemente pudieron haber generado el colapso de la estructura que se encontraba cimentada sobre aquel lugar<sup>1</sup>. También mencionando a la localidad de Juliaca, los autores Durán, Alata y Sevillanos (2020), indican que se reportan movimientos sísmicos a profundidades moderadas lo que hace que el área sea dinámica ya que la mayoría de las estructuras están superficialmente sobre suelos limosos, arcillosos, arenas y acuíferos poco profundos<sup>2</sup>. Los investigadores Aslan S. Hokmabadi y Deza Fatahi (2016), en su investigación cuyo título es, “Influencia del tipo de cimentación en el desempeño sísmico de edificios considerando la interacción suelo-estructura” mencionan que por déficit de terrenos, la población es obligada muchas veces a construir viviendas o edificaciones en lugares que

---

<sup>1</sup> Derrumbe en Miami: qué se sabe sobre las posibles causas del colapso del edificio Champlain Tower South. En: BBC NEWS MUNDO.RTVE, presentado y dirigido por Ana María Roura, 29 de junio del 2021. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-57645913>

<sup>2</sup> ALATA, Jair, ZEVILLANOS, Wilfredo, DURÁN, Gary. Correlación empírica entre la velocidad de onda de corte y el valor N del ensayo de penetración estándar en suelos arenosos de la ciudad de Juliaca – Perú, *18th LACCEL International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development “Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy”*: p.1,2020. ISSN: 2414-6390.

presentan condiciones geotécnicas desfavorables como por ejemplo sobre suelos blandos, a pesar de que varios tipos de cimentación pueden ser aceptables desde la perspectiva del ingeniero para soportar una estructura, un evento sísmico podría tener un comportamiento diferente siendo el tipo de cimentación un factor muy importante para una respuesta estructural favorable, por tanto, debe prestarse cuidadosa atención para establecer un diseño seguro y rentable de la misma<sup>3</sup>. La normativa técnica peruana E.050 “Suelos y cimentaciones” (2018), establece en el artículo 6 que todo proyecto de edificación debe contar con un estudio de mecánica de suelos o un dato técnico de suelos en edificaciones en general con fines de diseño de cimentaciones o cualquier tipo de obra en general, para poder efectuar dichos informes la norma aprueba el uso de distintas técnicas de exploración de campo como por ejemplo el Método de ensayo de penetración Estándar SPT (NTP 339.133) que es utilizado para determinar la resistencia del suelo, la misma normativa menciona también que el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (NTP 339.171) solo puede ser utilizado con la finalidad de puntualizar las cualidades mecánicas de rellenos controlados y ya no es aprobado su uso en suelo natural a fin de precisar los datos acerca de la resistencia como el ángulo de fricción y la cohesión, los cuales son elementos importantes para determinar la capacidad de carga permitida del suelo<sup>4</sup>. El investigador Builes (2014), realizó una investigación en los suelos residuales localizados en el Valle de San Nicolás cercano a la ciudad de Medellín aplicando la prueba de corte directo no consolidado no desecado sobre muestras invariables con la finalidad de medir la variación de la velocidad de corte con respecto a su resistencia, teniendo como resultado una variación del 25% en la cohesión no drenada y de 18% en el ángulo de fricción interna concluyéndose así, que el esfuerzo cortante del suelo está directamente proporcional con la velocidad con la que se realiza el ensayo, aclarando también de que es muy importante conocer la resistencia cortante del suelo porque los parámetros que se obtienen son

---

<sup>3</sup> ASLAN S, Hokmabadi y BEHZAD, Fatahi. Influence of Foundation Type on Seismic Performance of Buildings Considering Soil – Structure Interaction. *World Scientific Publishing Company* [en línea]. Vol. 16,1550043. 13 de agosto 2015. Disponible en <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219455415500431>. p. 2.

<sup>4</sup> INSTITUTO de la Construcción y Gerencia. Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima: 2018.

indispensables para la estabilidad de estructuras y cimentaciones<sup>5</sup>. El proyecto de investigación llamado: “Análisis de la capacidad portante de suelos cohesivos aplicando el ensayo de penetración estándar en Juliaca 2021”. De la cual deriva la siguiente pregunta del **Problema general**: ¿De qué manera el ensayo de penetración estándar determina la capacidad portante del suelo cohesivo en la ciudad de Juliaca 2021?; Como **Problemas específicos**: **la primera**: ¿Cuál es el número de penetración estándar para determinar la resistencia a la compresión simple?; **la segunda** ¿Cuál es la resistencia al corte no drenado del suelo arcilloso?; **la tercera** ¿Cuál es la capacidad de carga última obtenida de las fórmulas de Terzaghi y Meyerhof? .Como **justificación técnica** de esta investigación tiene como propósito estudiar la capacidad de carga del suelo aplicando el ensayo de penetración estándar en Juliaca 2021, motivo por el cual al restringirse la aplicación de la prueba de corte directo en suelos de origen natural, es necesario buscar otros estudios, métodos o alternativas con el objetivo de establecer los factores de resistencia del suelo, la **Justificación teórica**: se justifica la presente investigación porque los resultados que se obtengan, podrán permitirnos validar conceptos. Por esta razón, en el estudio final, quisimos comparar las relaciones utilizadas para determinar la cohesión del suelo (Cu) desde el número de golpes de la prueba (SPT) propuestos por diferentes autores. Donde básicamente se adaptarán al área del terreno donde se realizarán el estudio. Como **Justificación practica**: es muy indispensable llevar a cabo estudios reales y meticulosos de mecánica de suelos con la prueba de Penetración estándar con el fin de poder precisar la capacidad portante del suelo por medio del número de golpes. Como **Justificación metodológica**: durante el proceso de investigación, se elaboró mecanismos para la recopilación de datos para construir la línea de base, y de igual manera son evaluadas mediante instrumentos del ensayo SPT (Standard Penetration Test), para el análisis de resultados. Dichos instrumentos podrán ser utilizados como referencia metodológica en futuras investigaciones. El trabajo actual contiene como **Objetivo general**: Analizar si el ensayo de penetración estándar determina la capacidad portante en suelos cohesivos en la

---

<sup>5</sup> BUILES, Manuel. Incidencia de la velocidad de aplicación de carga en la resistencia al corte no drenado de suelos residuales de Anfibolita en el Valle de San Nicolás, Antioquía (Colombia). *Revista EIA*. Vol. (11). pp. 89-97. Enero - junio, 2014. ISSN 1794-1237

ciudad de Juliaca 2021. Y los **Objetivos específicos**: Se tiene. **OE1**: Determinar el número de penetración estándar y correlacionarlo con la resistencia a la compresión simple, **OE2**: Obtener la resistencia al corte no drenado de suelos arcillosos mediante la correlación del número de penetración estándar **OE3**: Calcular la capacidad de carga admisible para una zapata promedio de un metro cuadrado. En relación con las hipótesis del proyecto de investigación, se alude que la **Hipótesis general** El ensayo de penetración estándar determina la capacidad portante del suelo cohesivo en la ciudad de Juliaca 2021. Las **Hipótesis específicas**: **la primera**: El número de penetración estándar establece la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos, **la segunda**: Los autores Hara y otros (1971) determinan la resistencia al corte no drenado a partir del número de penetración estándar con respecto a la presión atmosférica<sup>6</sup>, **la tercera**: Las ecuaciones propuestas por Terzaghi y Meyerhof obtienen la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales.

## II. MARCO TEÓRICO

Después de buscar en diferentes bases de datos, hemos obtenido muchos resultados de investigación y teorías científicas diferentes, de las cuales elegimos el relevamiento más detallado de las variables de este proyecto de investigación. **Como primer antecedente internacional**, los autores Duong Hong Tham, Truong Nhu Manh, Ho Chi Minh City Open University, Vietnam (2021), en un artículo científico denominado “Predicting the bearing capacity of pile installed into cohesive soil concerning the spatial variability of STP data (A case study)”. “Predicción de la capacidad portante de pilotes instalados en suelo cohesivo con respecto a la variabilidad espacial de los datos SPT (estudio de caso). **El objetivo** Estudiar la fiabilidad de los datos SPT para predecir las propiedades físicas y mecánicas, en segundo lugar, la resistencia del suelo en valores de N-SPT corregidos y finalmente la capacidad de carga de un pilote penetrado en un suelo cohesivo utilizando una **metodología** experimental, la **población** analizada fueron 40 pozos ubicados en

---

<sup>6</sup> BRAJA M, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. 7<sup>ma</sup> ed. Mexico: Cengage Learning, 2012. p. 84. ISBN: 987-607- 481-823-9.

18 proyectos en la ciudad de Ho Chi en Vietnam. **Concluyeron** que la capacidad de carga de un pilote que se instala en un suelo de cohesión se puede evaluar comparando los resultados obtenidos mediante fórmulas teóricas utilizando la conversión de valores de número de golpes corregidos, modelos numéricos y pruebas de carga estática. Como **segundo antecedente**, el autor Rogers (2006), en su artículo científico titulado “Subsurface Exploration Using the Standard Penetration Test and the Cone Penetrometer Test”. Exploración del subsuelo utilizando la prueba de penetración estándar y la prueba de penetrómetro de cono. Donde el **objetivo** es utilizar perforaciones y sondeos de diámetro pequeños de 20 cm donde este **procedimiento** tiene ciertas ventajas uno sobre el otro, donde ambas pueden generar datos incorrectos. En este artículo el autor busca explicar los supuestos operativos empleados en ambos procedimientos, y resaltar las diversas correcciones que se emplean comúnmente mediante la penetración estándar (SPT) y la prueba de penetración de cono (CPT). Como **tercer antecedente** el autor Tarawneh (2017), en su artículo científico titulado “Predicting standard Penetration test N-value from Cone Penetration test data using artificial neural networks”. Predecir el valor N de la prueba de penetración estándar a partir de los datos de la prueba de penetración del cono utilizando redes neuronales artificiales. Donde el **objetivo** es utilizar la prueba in situ para delinear la estratigrafía del suelo y determinar sus propiedades para el análisis y el diseño geotécnico. Donde básicamente se utiliza para clasificar y caracterizar subsuelos. Donde se puede obtener datos sustanciales de forma económica en menos tiempo utilizando la prueba in situ, como la prueba de penetración estándar (SPT) y la penetración de cono (CPT). Donde se llega a la conclusión con estos parámetros se evalúa el uso de ANN para predecir el valor N60 utilizando datos de CPT para examinar la viabilidad de las ANN para predecir el valor N60. Mediante datos del SPT y CPT para suelos de arena, limo arenoso y limosa. Como **cuarto antecedente**, los autores Martínez y Romo (2013), donde realizaron un artículo científico denominado “3D Bearing Capacity of Structured Cells Supported on Cohesive Soil: Simplified Analysis Method” “Capacidad de carga tridimensional de celdas estructurales apoyadas en suelo cohesivo: método de análisis simplificado”. Efectuada para la revista Ingeniería, Investigación y tecnología. Donde tuvo como **objetivo** Cálculo de la capacidad de carga de una cimentación hecha de celdas

estructurales colocadas sobre suelo blando y pegajoso bajo una carga vertical estable. Celda estructural formada por losas superiores y circunferenciales y un muro intermedio de hormigón armado sin losa inferior. El **método** simple propuesto tiene en cuenta la geometría que se desarrolla en tres dimensiones de la celda estructural, la resistencia al corte sin drenaje del suelo cohesivo y la existencia de continuidad estructural entre la losa y el muro. El método propuesto se desarrolló a partir de los **resultados** del análisis paramétrico. Del mismo modo, se han identificado mecanismos que impiden la perspicacia de este tipo de cimentación. Como **quinto antecedente** también tenemos a Capella & Palli (2000), en su estudio titulado “**La relación entre el valor N30 de L'SPT i la resistència a la compressió simple**” para optar la profesión de Ing. Civil en la universidad de Girona. Donde el **objetivo**: determinar su valor mediante la **metodología** prueba de rompimiento a compresión simple, mediante distintas pruebas geotécnicas posibles, a partir del ensayo SPT. En cambio, comparando los valores de resistencia anteriores en los tipos de suelos CL, ML, - CL y CH, No obstante, es destacable que la resistencia se ubica en su gran mayoría de los suelos evaluados. En **conclusión**, los estudios de geotecnia deben considerarse basados en la evaluación de este parámetro en el SPT. Por lo tanto, al calcular la capacidad de carga, el resultado no es muy preciso, pero probablemente sea seguro. Y cómo **sexto antecedente**, el autor Clayton (1995), en su artículo científico denominado “The standard Penetration test (SPT): methods and use Construction Industry Research and Information Association 129pp”. La prueba de penetración estándar (SPT): métodos y uso Asociación de Investigación e Información de la Industria de la Construcción 129pp. Donde el **objetivo** es proporcionar información sobre las propiedades de los suelos y rocas débiles, mediante los **resultados** del ensayo SPT, básicamente ya sea causado por los métodos de perforación y la prueba mencionada, es decir la elaboración de perfiles de investigación del suelo, la clasificación del suelo, proponiendo métodos sugeridos para la determinación a través de los **resultados** del SPT de parámetros geotécnicos para suelos granulares, suelos cohesivos, rocas débiles. Mencionando a continuación como primer antecedente **nacional** la tesis “**Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático**” (Beltrán, et al, 2018). Que tuvo como **objetivo** de estudio analizar

el cambio en la carga de suelo permisible con respecto a la carga que actúa sobre el muro perimétrico del edificio Tschudi debido al aumento del nivel del agua subterránea, la **Metodología** utilizada fue descriptiva y correlativa la **población** de estudio fue el Palacio Tschudi **concluyendo** que los suelos de la zona investigada en su mayoría estaban compuestos por arenas, limos y arcillas, también se enfatiza que la capacidad de carga del suelo no solo necesita de los datos de resistencia sino también de la geometría y condiciones de una cimentación, a partir de los cálculos realizados determinaron que a consecuencia de las actividades de mantenimiento para mantener la estética de los muros lo que hace que incremente el peso de los muros ocasionando avería en el suelo antes de que el agua subterránea incremente. Como **segundo antecedente** Forton, Edson & Poma, Nilton (2020), en su estudio titulada “**Análisis comparativo en la estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo para diferentes tipos de cimentaciones superficiales, usando ecuaciones de cálculo y ensayo SPT según las características físico mecánicas del sector Tambo cancha - Chinchero**”. Para nombrarse el título profesional de Ing. Civil en la universidad Andina del Cusco donde tuvo como **objetivo** llevar a cabo la consideración de la capacidad portante empleando la **metodología** de las cuatro ecuaciones de cálculo para diseño de Cimentaciones Superficiales y un ensayo SPT, Para el desarrollo de los diversos ensayos se trabajó en el laboratorio de suelos de la Universidad Andina del Cusco. Un estudio realizado se puede aplicar al diseño de cimentación superficiales como cimentaciones aislantes, cimentaciones compuestas, cimentaciones conjuntas, vigas de cimentación y losas de cimentación. Se ha demostrado que el agua subterránea mejora la capacidad de carga de los **resultados** obtenidos de la formulación combinada del suelo, teniendo en cuenta que la arcilla se inunda y parte del peso se sumerge o suspende. Se **concluye** que la falla elástica disminuye con la profundidad, confirmando que existe una falla más profunda. Como **tercer antecedente** el autor Vergara, Karol (2018), en su plan de investigación denominado “**Estudio de la capacidad portante de los suelos cohesivos para cimentaciones superficiales de la zona urbana del distrito de Rumisapa, Provincia de Lamas, San Martín, Perú**” Para nombrarse el título profesional de Ing. Civil en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, donde tuvo como **objetivo** determinar la capacidad portante, así como el estudio,

identificación y reconocimiento de los diferentes tipos de suelos. La determinación de la posición de los puntos de la sonda se realizó a cielo abierto para tomar cada muestra para su posterior estudio. Al aplicar el **método** de Terzagui y contribuir a la prueba de compresión triaxial, los **resultados** del estudio proporcionaron los parámetros necesarios como la fuerza de adherencia, el ángulo de fricción y la densidad del suelo en estudio. Como **conclusión** de la determinación de la capacidad portante, se puede decir que el suelo en el área urbana del distrito de Rumisapa quiere decir que los suelos tienen condiciones para poder realizar cimentaciones superficiales. Donde también permitirá a los pobladores del distrito reducir costos para la construcción de sus edificaciones. Mencionando como **antecedentes locales** a los autores Durán, Alata y Zevillanos (2020), de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas elaboraron un artículo científico titulado “correlación experimental entre la velocidad de la onda de corte y el valor de N de la prueba de penetración estándar en suelo arenoso Juliaca” que fue realizada para una Conferencia Internacional de LACCEI para Ingeniería, Educación y Tecnología. La **finalidad** de esta investigación consistió en elaborar una correlación empírica utilizando la prueba de penetración estándar y el ensayo MASW por medio de, celeridad de ondas de corte para obtener parámetros confiables, perfiles estratigráficos y así buscar la reducción de márgenes de error, de costos de muestreo y ensayos de laboratorio. La **metodología** de investigación utilizada fue de tipo aplicada de diseño experimental. Su **población** de estudio fueron 30 sondajes con SPT y 30 análisis multicanal de ondas superficiales (MASW). Los autores llegaron a la **conclusión** donde los resultados de la investigación determinan la correlación de la cantidad de golpes del SPT con la celeridad de las ondas de corte, y así obtener mejores aproximaciones de los estudios de suelos como el ángulo de fricción, la densidad relativa, grado de consistencia, capacidad de carga y grado de compacidad. y al mismo tiempo recomiendan realizar posteriores investigaciones sobre correlaciones en suelos cohesivos para dar un complemento adecuado a su investigación, debido a que en la ciudad de Juliaca también existen también capas de suelo arcilloso y limoso. Mencionando como **segundo antecedente** a Laura (2019), realizó la tesis nominada “Estudio de problemas geotécnicos en las cimentaciones de viviendas de la Urb. Santa Adriana, Juliaca - 2018” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la



Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. El **propósito** de la investigación es estudiar las causas del deterioro estructural en las cimentaciones superficiales de las viviendas ubicadas en dicha urbanización. La **metodología** utilizada es de punto de vista cuantitativo de nivel explicativo respondiendo a las causas que originan problemas en las cimentaciones superficiales, su **población** de estudio estuvo compuesta por quince viviendas ubicadas en la Urb. Santa Adriana. En **Conclusión** la autora determinó que las propiedades físicas y mecánicas de los suelos ubicados a nivel de cimentación eran relativamente bajas, presentando valores en medio de, 0.40 kg/cm<sup>2</sup> a 0.75 kg/cm<sup>2</sup> de capacidad de carga, encontrándose en las viviendas analizadas cimentaciones de tipo zapatas aisladas con dimensiones de 1.00 m x 1.00 m, no siendo compatibles con la capacidad de carga que presentaba el suelo, debiendo haberse considerado otras opciones de cimentación, también determinó que el deterioro estructural de los cimientos de concreto armado de las viviendas es porque se encuentran expuestas a los ataques químicos del suelo y a la presencia de cloruros, sulfatos, ácidos y magnesio que se encuentran en el agua del nivel freático, lo que ha originado importantes pérdidas afectando más de 25% la resistencia a la compresión del concreto. **Como tercer antecedente** la autora Sanomamani (2019), elaboró la tesis “Determinación de los factores de reducción de la capacidad portante en suelos en la ciudad de Juliaca”. Para obtener el título académico de magister en ingeniería civil en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. La **finalidad** de la tesis fue definir más claramente el impacto de los factores influyentes en mayor dimensión, a la resistencia del suelo. Así como también el peso específico y la presencia de aguas subterráneas en la capacidad portante de suelos. **Su metodología** tiene un enfoque cuantitativo y su diseño de tipo experimental, **su población** estuvo constituida por doce calicatas con y sin presencia de aguas subterráneas, ubicadas al Noreste de la ciudad en las urbanizaciones de Satélite y Taparachi, las muestras se obtuvieron para la ejecución de ensayos de laboratorio, y para el cálculo de la capacidad portante del suelo. Posteriormente llegó a la **conclusión** de que el valor de la capacidad portante del suelo presenta variaciones con respecto a la condición de aguas subterráneas y las características físicas de los suelos analizados. La resolución de la capacidad portante considerando un nivel de desplante de 2.00m de profundidad en un suelo de tipo ML a SM, para una zapata cuadrada de 2.00m x 2.00m

aplicando la ecuación de Meyerhof para suelos sin presencia de nivel freático los valores de capacidad de carga obtenidos presentaron resultados en un rango de 0.87 a 2.02 kg/cm<sup>2</sup> y para suelos con presencia del nivel freático presentaron valores entre 0.93 a 2.30 kg/cm<sup>2</sup>, razón por la cual el suelo cambia su estado de saturado a sumergido generando que los valores incrementen.

A continuación, explicare la teoría relacionada con el tema de investigación e identificare los siguientes factores: identificar las variables independientes, las variables dependientes y sus dimensiones de referencia para entender que existen en este proyecto de investigación. Con respecto al **ensayo de penetración estándar (SPT)**, según la normativa MTC E 119 (2016), en el texto de pruebas de materiales lo define como un método muy utilizado para la exploración geotécnica con la existencia de diferentes correlaciones para la cantidad de golpes para la resolución de la resistencia del suelo, y este método insitu es aplicado a obras de tierra y fundaciones, el proceso de este ensayo tiene como objetivo introducir un muestreador de caña partida aplicando energía con un martillo de 63.5 kilogramos de acero rígido a una altura de caída de 76.2 centímetros para mensurar la resistencia a la compresión en caso de que la prueba sea aplicado a suelos arcillosos o para la determinación de la compacidad relativa en caso de ser utilizado en arenas<sup>7</sup>. Cabe mencionar que la normativa E 050 de suelos y cimentaciones (2018), limita el uso de este método en suelos con presencia de grava, pero si es permitida su aplicación en suelos arenosos y arcillosos indicando ciertas restricciones de la cual este ensayo no puede ser aplicado en la base de calicatas o en excavaciones de suelos naturales por las pérdidas de confinamiento que se generan<sup>8</sup>. Los autores Naranjo y Dranichnikov (2012), mencionan que el ensayo de SPT es un método utilizado insitu que determinan los resultados que deben ser correlacionados y corregidos para su correcta interpretación<sup>9</sup>. El autor Braja (2012), en su libro titulado **Fundamentos de ingeniería de cimentaciones** nos define que

---

<sup>7</sup> MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Método de Ensayo de Penetración Estandar SPT*, MTC E 119. Lima: 2016. pp.145 - 150.

<sup>8</sup> INSTITUTO de la Construcción y Gerencia. Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima: 2018.

<sup>9</sup> NARANJO, Héctor y DRANICHNIKOV, Tatiana. Cálculo de capacidad portante basado en geofísica y método convencional, El caso del puente sobre el río Maicito. Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2012. 53 pp. ISBN UPS: 978-9978-10-127-8

el **muestreo de media caña o caña partida** es un tipo de muestreador que se utiliza para la extracción de prueba de suelo de manera alterada pero consideradas representativas, esta herramienta de acero se divide de manera longitudinal en dos mitades presentando aproximadamente un diámetro interior de 34.93 milímetros con un diámetro exterior de 50.8 mm, con que también se encuentran disponibles otros tipos de muestreadores con dimensiones distintas, este muestreador es hincado por la acción del martinete contabilizando la cantidad de golpes a cada 15 cm de avance de perforación , al finalizar el muestreo se retira este muestreador para recuperar la muestra que será utilizada para su posterior clasificación y análisis de laboratorio, para poder determinar si la muestra será alterada o inalterada el autor presenta una relación de áreas que presentan los distintos tipos de muestreadores para determinar si las muestras extraídas serán consideradas alteradas o inalteradas, ecuación que se presenta a continuación<sup>10</sup>.

$$A_R(\%) = \frac{(\emptyset \text{ exterior})^2 - (\emptyset \text{ interior})^2}{(\emptyset \text{ interior})^2} \times 100$$

Donde la Variable AR (%) representa la relación de áreas que se debe cumplir para los muestreadores, si la condición es menor o igual a 10% se considera como una muestra inalterada, en el caso de que este valor sea mayor al 10% la muestra será considerada como alterada. El autor también menciona la existencia de diferentes correlaciones para realizar las correcciones del número de golpes cuando el ensayo es aplicado en suelos cohesivos la cual se puede evaluar desde el número de penetración estándar con respecto a la ecuación anterior también se da una correlación entre la resistencia a la compresión simple, el número de penetración estandarizado y la consistencia del suelo como se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1. Correlación aproximada entre el número de penetración estándar y la resistencia a la compresión simple en suelos cohesivos.

Número de penetración estandarizado	Consistencia	IC	Resistencia a la compresión
-------------------------------------	--------------	----	-----------------------------

<sup>10</sup> BRAJA M, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. 7<sup>ma</sup> ed. México: Cengage Learning, 2012. p. 82. ISBN: 987-607-481-823-9.

			simple qu (en (KN/m2)
Menor a 2	Muy blanda	Menor a 0.5	Menor a 25
De 2 a 8	Blanda	De 0.5 a 0.75	De 25 a 80
De 8 a 15	Media	De 0.75 a 1.00	De 80 a 150
De 15 a 30	Firme	De 1.0 a 1.5	De 150 a 400
Mayor a 30	Muy Firme	Mayor a 1.5	Mayor a 400

Fuente: (BRAJA, 2012, p. 84).

También se menciona que se debe expresar el valor del número de golpes N con una relación de energía del 60 por ciento, para lo cual se debe estandarizar la cifra de penetración estándar con respecto a la potencia entregada por el martinete hacia el muestreador de caña partida con la siguiente ecuación:

$$N_{60} = \frac{N * nh * nb * ns * nr}{60}$$

Donde las variables de la ecuación representan N60 = Número de golpes estandarizado para una relación de energía del 60%; **N** = Número de golpes medido en campo; **nh** = Factor de corrección por eficiencia del martillo; **nb** = Factor de corrección por el diámetro de perforación; **ns** = Factor de corrección por el tipo de muestreador y **nr** = Factor de corrección por la longitud de las barras, los valores de corrección se presentan en el anexo 04.

El mismo autor menciona también que Hara y otros (1971) propusieron una correlación de la resistencia al corte no drenado de la arcilla con respecto al número de golpes estandarizado el cual se presenta a continuación:

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

Donde la variable  $P_a$  representa la presión atmosférica.

Por otro lado, Mendoza (2012), en su libro de topografía nos presenta una tabla relacionada a la presión atmosférica con respecto a la altitud sobre el nivel del mar<sup>11</sup>, datos que serán aplicados para determinar la resistencia al corte del suelo

<sup>11</sup> MENDOZA, Jorge. *Topografía Técnicas Modernas*. Lima: SEGRIN EIRL, 2012. p. 271. ISBN 978-612-00-0577-4.

(p. 271). La tabla referencial de presiones atmosféricas se presenta en el anexo 05. El autor BRAJA (2019), define en su libro titulado “Advanced Soil Mechanics” menciona la consistencia de los suelos cohesivos mencionando que A. Atterberg (1911) que fue un científico Sueco que desarrolló métodos para describir y limitar la consistencia de los suelos finos con respecto a su contenido de humedad siendo los límites establecidos, el límite líquido, plástico y de contracción, define al **límite líquido** como la cantidad de agua en el que el suelo cambia de un estado líquido a una condición plástica y al **límite plástico** como la capacidad de humedad donde un suelo cambia de un estado plástico a un estado semisólido y son definidos como los límites de Atterberg (p. 19). La **distribución del tamaño de granos del suelo** utilizados para comprender la naturaleza del suelo que se presentan en una determinada masa de suelo para determinar si los suelos son gravas o arenosos, el suelo puede presentar combinaciones de dos tipos de suelo, mediante el ensayo de granulometría por tamizado nos permite conocer parámetros como el volumen efectivo, el coeficiente de homogeneidad y el coeficiente de gradación o de curvatura, un suelo se llama bien graduado si la distribución de tamaños tienen un valor de uniformidad mayor en un rango de cuatro a seis y su relación de curvatura en un rango entre uno a tres, si la mayoría de los granos del suelo son aproximadamente del mismo tamaño entonces en coeficiente de uniformidad está próximo a ser un suelo pobremente graduado. **El SUCS** es un procedimiento que fue propuesto por A. Casagrande en 1948 la cual posteriormente fue revisada por ingenieros de EE. UU en el año 1952, este tipo de clasificación fragmenta al suelo en dos sistemas, suelos de grano grueso y suelos de grano fino los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Clasificación Unificada de Suelos SUCS.

PROCEDIMIENTO UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
SUELOS DE GRANO GRUESO < 50% PASANTE DEL TAMIZ N°200				
PRESENTACION	Divisiones mayores	Símbolos de grupo	Nombres Típicos	Criterios de Clasificación
Gravas (< 50% fracción gruesa pasante por el tamiz N°4)	Gravas con pocos finos	<b>GW</b>	Gravas bien clasificadas; mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	Cu > 4 Cc = Entre 1 y 3
		<b>GP</b>	Gravas mal clasificadas; mezclas de grava y arena con pocos o nada de finos	No cumple con los criterios de GW
	Gravas con finos	<b>GM</b>	Gravas con limo; mezclas de grava arena y limos	Límites de Atterberg por debajo de la línea A; IP <

				4 (Ver carta de plasticidad)
		<b>GC</b>	Gravas arcillosas mezcla de grava arena y limos	Límites de Atterberg por debajo de la línea A; IP < 4 (Ver carta de Plasticidad)
Arenas ( $\geq$ 50% de fracción gruesa pasante por el tamiz N°4)	Arenas limpias con poco o nada de finos	<b>SW</b>	Arenas bien graduadas; arenas gravosas con poco o nada de finos	Cu > 6 Cc = Entre 1 a 3
		<b>SP</b>	Arenas mal graduadas; arenas gravosas con poco o nada de finos	No cumple con los criterios para SW
	Arenas con finos con cantidad apreciable de finos	<b>SM</b>	Arenas limosas mezcla de arenas con limos	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o IP < 4 (Ver carta de Plasticidad).
		<b>SC</b>	Arenas arcillosas; mezclas arenas con arcilla	Límites de Atterberg por encima de la línea A con IP >7 (Ver carta de plasticidad).
Suelos de grano fino $\geq$ 50% pasante por el tamiz N° 200	Limos y arcillas con límite líquido inferior a 50	<b>ML</b>	Limos inorgánicos; arenas muy finas; polvo de roca arenas finas y limosas arcillosas	Ver carta de plasticidad
		<b>CL</b>	Arcillas inorgánicas plasticidad baja a media arcillas de grava arcillas arenosas arcillas limosas arcillas magras	
		<b>OL</b>	Limos orgánicos; arcillas limosas poco plastificantes	
	Limos y arcillas con límite líquido superior a 50	<b>MH</b>	Limos inorgánicos micáceos o diatomáceos arenosos o limos finos limos plásticos	
		<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas	
		<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta	
Suelos altamente orgánicos	<b>Pt</b>	Turba, mantillo y suelos altamente orgánicos		
<p>Los símbolos de grupo significan G (Grava); W (Bien Clasificado); S (Arena); P (Mal clasificado); C (Arcilla); H (Plasticidad Alta); M (Limo); L (Baja Plasticidad); O (limo orgánico o arcilla); Pt (Turba o suelo altamente orgánico)</p> <p>a.- Clasificación basada en porcentaje de finos &lt; 5% pasante por la malla N°200: GW.GP.SW. SP:&gt;12% Pasante por la malla N°200: GM.GC.SM.SC: 5%-12% PASANTE POR LA MALLA N° 200: LIMITE – SE REQUIEREN DE SIMBOLOGÍA DUAL CUANDO GW-GM; GW-GC.GP-GM.GP-SC. SW-SM. SW-SC. SP-SM. SP-SC.</p> <p>b.- Los límites de Atterberg por encima de la línea A y el índice de plasticidad entre 4 y 7 son casos límite. Estos necesitan símbolos duales. Cu= Coef. De uniformidad. Cc = Coef de curvatura.</p>				

Fuente: (BRAJA, 2019, p. 50 - 51)<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> BRAJA M, Das. *Advanced Soil Mechanics*. 5ª ed. United States: CRC Press, 2019. p. 50 - 51. ISBN 978-0-8153-7913-3.

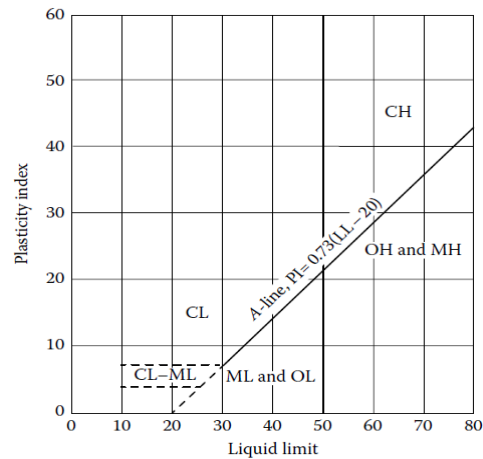


Figura 1. Carta de Plasticidad

Fuente (BRAJA, 2019, p. 50 - 51)<sup>13</sup>.

Según BRAJA (2006), la **capacidad portante del suelo cohesivo** básicamente consiste en determinar la carga final del estrato, donde se evalúa si la cimentación es superficial, evaluando la relación entre su profundidad y ancho, donde básicamente debe ser inferior o equivalente. Sin embargo, se cree que una profundidad de tres o cuatro veces su ancho puede identificarse como una cimentación poco profunda. El autor BRAJA (2012), las **cimentaciones superficiales** deben presentar un comportamiento satisfactorio cumpliendo con dos condiciones esenciales: **primera condición:** no permitir que el suelo presente una falla general por corte para lo cual la cimentación proyectada debe ser segura ante la presentación de la posible falla y **como segunda condición:** La cimentación no debe presentar un asentamiento alto ni desplazarse. El autor define como la capacidad de carga última cuando la aplicación de una carga en el área de contacto de la cimentación provoca que se genera una falla por corte, existiendo teorías para la determinación como se menciona una de ellas es la **teoría de la capacidad de carga de Terzaghi** que es utilizada para la evaluación de la capacidad de carga última aplicado a cimentaciones superficiales cuando la profundidad de cimentación  $D_f$  es menor o igual a su ancho  $B$ , pero otros investigadores definen que también si presentan una profundidad de cimentación

<sup>13</sup> Ibidem.

Df igual a tres o cuatro veces el ancho también pueden ser llamadas como cimentaciones superficiales<sup>14</sup>.

Terzaghi expresó la capacidad de carga última con la siguiente ecuación:

$q_u = c' * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma$  aplicado a cimentaciones corridas y continuas

$q_u = 1.3 * c' * N_c + q * N_q + 0.4 \gamma * B * N_\gamma$  aplicado a cimentaciones cuadradas

$q_u = 1.3 * c' * N_c + q * N_q + 0.3 * \gamma * B * N_\gamma$  aplicado para cimentaciones circulares

Donde las variables de las ecuaciones representan  $c'$  = la cohesión del suelo;  $\gamma$  = peso específico;  $q$  = representa la multiplicación de la profundidad de cimentación por el peso específico del suelo y  $N_c, N_q, N_\gamma$  son factores de capacidad de carga que no presentan ningún tipo de unidades, pero dependen del ángulo de fricción del suelo. Cuando las cimentaciones presentan una falla local por corte las ecuaciones se modifican de la siguiente manera

$q_u = \frac{2}{3} c' * N'_c + q * N'_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N'_\gamma$  utilizada en caso de cimentaciones continuas.

$q_u = 0.867 * c' * N'_c + q * N'_q + 0.4 \gamma * B * N'_\gamma$  utilizada cuando la zapata es cuadrada.

$q_u = 0.867 * c' * N'_c + q * N'_q + 0.3 * \gamma * B * N'_\gamma$ , utilizada cuando la cimentación es circular.

Para el caso de calcular la capacidad de carga permisible para cimentaciones superficiales es imprescindible aplicar un **factor de seguridad** como se muestra en la siguiente fórmula:

---

<sup>14</sup> BRAJA M, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. 7<sup>ma</sup> ed. Mexico: Cengage Learning, 2012. p. 136. ISBN: 987-607-481-823-9.



$$q_{perm} = \frac{q_u}{FS}$$

En el caso de que se presente la presencia del nivel freático las ecuaciones se verán modificadas con respecto a la ubicación del nivel de agua tanto si se encuentra por sobre la cimentación o por debajo, para lo cual se presentan dos casos, **el primero** cuando el nivel freático cumple la siguiente condición de que  $0 \leq D1 \leq DF$  y la sobrecarga efectiva se modifica por la presencia de agua convirtiéndose en  $q = D1 * \gamma' + D2(\gamma_{saturado\ del\ suelo} - \gamma_{agua})$ , siendo también  $\gamma' = \gamma_{saturado\ del\ suelo} - \gamma_{agua}$ ; para el **segundo caso** cuando el nivel freático cumple la siguiente condición de que  $0 \leq d \leq B$ , siendo  $q = \gamma * DF$ , para este caso se debe reemplazar el valor de peso específico por:  $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$ . Y en el **tercer caso** cuando la posición del nivel freático está ubicada de la siguiente manera  $d \geq B$  por lo tanto la presencia de agua no afecta en el resultado de la capacidad de carga última. Para la aplicación de las modificaciones se puede utilizar el siguiente gráfico:

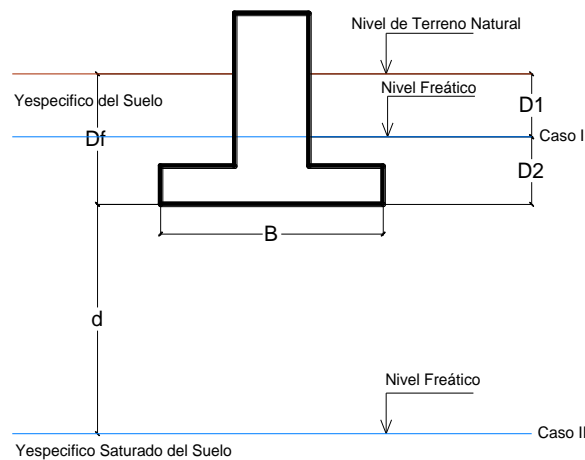


Figura 2. Modificación por presencia de Nivel Freático<sup>15</sup>

Otra teoría mencionada por el Autor es la **ecuación general de la capacidad de carga** una ecuación diferente a la utilizada por Terzaghi porque son solo aplicables a cimentaciones continuas, cuadradas y circulares, para lo cual no considera el uso de cimentaciones de geometría rectangular y también se

<sup>15</sup> BRAJA M, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. 7<sup>ma</sup> ed. México: Cengage Learning, 2012. p. 142. ISBN: 987-607-481-823-9.

menciona que las ecuaciones no consideran la resistencia cortante en la longitud de la superficie de falla del suelo que se encuentra en la parte superior del nivel de fondo de la cimentación y tampoco considera si existe cargas inclinadas, Meyerhof (1963) propuso una ecuación para generalizar la capacidad de carga en cimentaciones superficiales de la siguiente manera:

$$q_u = c' \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

En donde las variables presentes en la ecuación anterior representan lo siguiente:  $c'$  = la cohesión del suelo,  $q$  = la sobrecarga efectiva en el fondo de la cimentación;  $\gamma$  = representa al peso específico del suelo;  $B$  = parte ancha de la cimentación o en caso de una circular indica su diámetro de la misma; las variables  $F_{cs} F_{qs} F_{\gamma s}$  = son coeficientes de forma ;  $F_{cd} F_{qd} F_{\gamma d}$  = son coeficientes de profundidad;  $F_{ci} F_{qi} F_{\gamma i}$  = coeficientes de carga inclinada y  $N_c N_q N_\gamma$  = valores de capacidad de carga. Las ecuaciones de las variables se presentan en el anexo 07.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipos y Diseño de Investigación

De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014), una investigación bien ejecutada es aquella que aclara las dudas haciendo uso del método científico, clarificando las relaciones entre variables que afectan al suceso que se está estudiando, planeando muy cuidadosamente todos los aspectos metodológicos con el objetivo de dar validez y credibilidad a los resultados que se obtendrán en el estudio<sup>16</sup>.

Para la presente tesis de **Investigación**, según MUÑOZ (2016), será de carácter cuantitativo porque pretende encontrar información directa y objetiva para validar las hipótesis formuladas, y explicar de forma científica los resultados dando una respuesta adecuada al problema de investigación concentrándose en mediciones numéricas mediante análisis estadísticos, el mismo autor explica también que el

---

<sup>16</sup> HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6ª. ed. México: Mc Graw Hill Education, 2018. ISBN: 978-1-4562-2396-0

**modelo de investigación** es aplicada porque el tema de estudio busca soluciones a problemas funcionales y sólidos que se presentan en el entorno los cuales aquejan a la sociedad ya que plantea satisfacer las necesidades de la humanidad.<sup>17</sup>

En este proyecto de investigación se contará con una variable independiente (La prueba de penetración estándar) que causará efecto en la variable dependiente (Capacidad portante de los suelos cohesivos), es por ese motivo de que el trabajo será **científico** y de diseño **experimental** ya que se realizarán pruebas de laboratorio y en el área de estudio la cual se subdivide también en investigación **cuasiexperimental** porque no es posible cambiar los valores de la variable independiente a voluntad propia y también no pueden cambiarse ni mangonearse las variables, sin embargo, este diseño nos permite formular una hipótesis y pormenorizar el modo de cómo obtener datos que producen respuestas derivadas del comportamiento del suelo de estudio.(MUÑOZ, 2011,p.95 - 97).

### **3.2. Variables y Operacionalización**

Según HERNANDEZ (2014), definen una variable que tiene la propiedad de presentar variaciones que pueden medirse y observarse, dándole valor a una investigación científica cuando se relaciona con otras variables.

Las variables en la presente tesis de investigación son las siguientes:

#### **Variable independiente (X1):**

- Ensayo de penetración estándar (SPT).

#### **Variable dependiente (Y1):**

- Capacidad portante del suelo.

### **3.3. Población muestra y muestreo**

**Población:** según Ñaupas (2018) se puede definir como el número total de unidades de estudio que comprenden la particularidad solicitada, para ser consideradas como tales. (p. 334). Donde básicamente estas cifras pueden ser

personas, objetos, corporaciones, eventos o fenómenos, con las características necesarias para la investigación.

**La muestra** de acuerdo con Valdivia (2018), donde menciona que es parte de la población, muestra las características necesarias para el estudio y se muestra claramente que no causa confusión. (p. 334). **La muestra representativa** básicamente incluye la selección de muestras de características de varias muestras que forman parte de una población que se puede identificar como un universo pequeño. El procedimiento de la muestra se encuentra en el Anexo 12.

En este trabajo, se seleccionan muestras representativas, teniendo en cuenta la economía de que disponen los investigadores para realizar cada prueba.

**El muestreo** según Palacios (2018), este es un procedimiento que le permite seleccionar las unidades de investigación que componen la muestra y recopilar los datos necesarios para la investigación que se está realizando (p.336).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos**

**La técnica de recolección de datos** es determinada por Paitan (2018), como el total de los métodos técnicos utilizados para registrar observaciones (p. 273).

**El instrumento de recolección de datos** según Valdivia (2018), es una forma específica, palpable que consiente recopilar y organizar datos de forma sistemática de acuerdo con la intención prevista (p. 273).

### **3.5. Procedimientos**

El modo de recopilación de datos comienza con el archivo de la encuesta y el formato técnico donde básicamente lo aplica a las muestras seleccionadas (área de 5000 m<sup>2</sup>) donde se apuntará y analizará la información de los 4 puntos “muestras” de investigación describiendo a detalle.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El análisis se basa en el siguiente procedimiento para lograr los resultados esperados:

- ❖ **Recopilación de la información:** En esta sección se procederá toda la recopilación de la información bibliográfica necesaria para el avance y desarrollo del estudio.
- ❖ **Etapa gabinete:** En cierta medida se procederá el procesamiento de datos de la información sobresaliente obtenidos de la compilación de datos, que para el actual análisis se aplicará lo propugnado en la norma ASTM D1586, “Método de prueba estándar para prueba de penetración estándar (SPT) y muestreo de suelos con tubo partido” suplementando con diferentes normas de cimentaciones.
- ❖ **Exposición de resultados:** En cierta medida se utilizará métodos descriptivos y de inferencia para crear informes sobre resultados y sacar conclusiones y recomendaciones.

### 3.7. Aspectos éticos

Para asegurar el desarrollo ético de este estudio, se consideraron los siguientes criterios:

- ❖ En cuanto a la no mala intención, recopilamos y creamos información con el fin de fortalecer las cimentaciones.
- ❖ En cuanto al lado benéfico, este proyecto se llevará a cabo en beneficio de las personas donde mejorará las condiciones de seguridad en caso de edificaciones o habilitaciones urbanas.
- ❖ En cuanto a la autonomía, los autores interpretan y expresan su opinión sobre la información presentada en el marco teórico.
- ❖ Para la autenticidad, el proyecto de investigación cita fuentes de información referenciadas de acuerdo con el estándar del estilo ISO 690.
- ❖ En realidad, los resultados se muestran en transparencia mostrando fotos tomadas en campo, realizando ensayos por los autores.
- ❖ Fomentamos el respeto, la honestidad y la integridad, y realizamos nuestro trabajo con compromiso y responsabilidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizó en Centro Poblado de Mucra I Perteneciente al distrito de San Miguel, provincia de San Román del departamento de Puno.

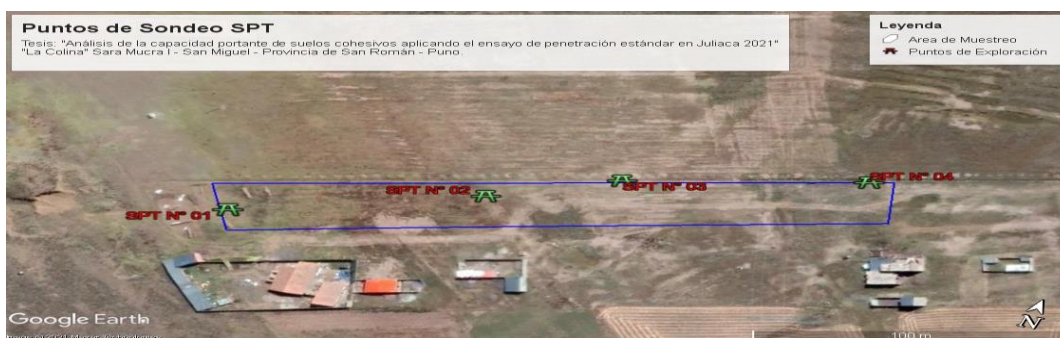


Figura 3. Área y puntos de sondeo realizados en la presente investigación

Fuente: (Google Earth Pro, 2021)

### 4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE SPT

Para la recolección de datos de campo del ensayo de SPT se utilizó el formato “Drillers Boring Log” del anexo de la norma (ASTM D1586 – 11, 2014, p. 8)<sup>18</sup>.

Tabla 3. Registro de número de golpes N de campo.

PROFUNDIDAD EN (m)		SPT 01	SPT 02	SPT 03	SPT 04
0.00	0.15	5	5	13	5
0.15	0.30	4	10	13	8
0.30	0.45	4	9	11	13
0.45	0.60	3	12	10	15
0.60	0.75	6	17	14	13
0.75	0.90	9	16	13	18
0.90	1.05	10	18	15	17
1.05	1.20	13	8	6	11
1.20	1.35	14	7	6	7
1.35	1.50	13	6	6	6
1.50	1.65	14	6	4	5
1.65	1.80	12	7	5	4
1.80	1.95	5	7	5	5

<sup>18</sup> ASTM International (EE. UU). *Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. D1586-11, 2014*. United States:2014. pp. 1 – 8.

1.95	2.10	6	6	5	7
2.10	2.25	6	6	6	8
2.25	2.40	6	7	7	7
2.40	2.55	7	7	8	6
2.55	2.70	9	8	7	6
2.70	2.85	9	9	6	8
2.85	3.00	6	6	8	9

Fuente: Elaboración propia

El **contenido de humedad** de los suelos extraídos con el equipo de SPT fue obtenido de los análisis de laboratorio en base al procedimiento de la norma ASTM - D – 2216, MTC - E 108<sup>19</sup>.

Tabla 4. Contenido de humedad de suelos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)		MUESTRA	CLASIFICACIÓN	W %
	De:	A:			
SPT N°1	0.15	0.25	M1	<b>SM</b>	4.46
	0.25	0.40	M2	<b>CL</b>	12.32
	0.40	1.95	M3	<b>CH</b>	21.70
	1.95	2.30	M4	<b>CL</b>	23.96
	2.30	2.63	M5		23.42
	2.63	3.90	M6		24.23
SPT N° 2	0.15	0.60	M1	<b>CL</b>	12.68
	0.60	1.58	M2	<b>CL-ML</b>	12.56
	1.58	3.00	M3	<b>CL</b>	28.37
SPT N° 3	0.15	0.27	M1	<b>CL</b>	12.58
	0.27	0.72	M2	<b>ML</b>	11.94
	0.72	1.05	M3	<b>CH</b>	28.30
	1.05	1.72	M4	<b>ML</b>	28.66
	1.72	3.00	M5	<b>CH</b>	29.55
SPT N° 4	0.15	0.33	M1	<b>CH</b>	14.97

<sup>19</sup> MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Determinación del contenido de humedad de un suelo*, MTC E 108. Lima: 2016. pp.49 - 53.

	0.33	0.81	M2		15.03
	0.81	1.17	M3		24.38
	1.17	1.72	M4	<b>ML</b>	27.64
	1.72	3.00	M5	<b>CL</b>	27.21

Fuente: Elaboración propia

**Los límites de consistencia** fueron obtenidos mediante los procedimientos de la norma ASTM – D424, D – 4318.

Tabla 5. Límites de Atterberg de suelos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)		MUESTRA	CLASIFICACIÓN	LL	LP	IP
	De:	A:					
SPT N°1	0.15	0.25	M1	<b>SM</b>	13.88	NP	NP
	0.25	0.40	M2	<b>CL</b>	24.84	17.18	7.66
	0.40	1.95	M3	<b>CH</b>	21.70	52.50	23.88
	1.95	2.30	M4	<b>CL</b>	23.96	36.81	19.33
	2.30	2.63	M5		39.25	20.59	18.66
	2.63	3.90	M6		44.78	20.80	23.98
SPT N° 2	0.15	0.60	M1	<b>CL</b>	47.55	23.94	23.61
	0.60	1.58	M2	<b>CL-ML</b>	23.76	17.27	6.49
	1.58	3.00	M3	<b>CL</b>	42.28	22.17	20.11
SPT N° 3	0.15	0.27	M1	<b>CL</b>	41.86	22.79	19.07
	0.27	0.72	M2	<b>ML</b>	35.97	25.81	10.16
	0.72	1.05	M3	<b>CH</b>	61.26	28.48	32.78
	1.05	1.72	M4	<b>ML</b>	27.40	23.31	4.09
	1.72	3.00	M5	<b>CH</b>	54.46	23.87	30.59
SPT N° 4	0.15	0.33	M1	<b>CH</b>	55.73	27.70	28.03
	0.33	0.81	M2		51.29	25.88	25.41
	0.81	1.17	M3		63.11	27.53	35.58
	1.17	1.72	M4	<b>ML</b>	28.19	24.49	3.70



	1.72	3.00	M5	CL	40.85	24.24	16.61
--	------	------	----	----	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

La **granulometría** de los suelos se ensayó de acuerdo a los procedimientos de la norma ASTM D422<sup>20</sup>.

Tabla 6. Granulometría suelos SPT N° 01.

SONDEO	SPT 01					
PROFUNDIDAD (metros)	0.15 – 0.25	0.25-0.40	0.40 - 1.95	1.95 - 2.30	2.30 - 2.63	2.63 - 3.90
SUCS	SM	CL	CH	CL		
TAMICES ASTM	% QUE PASA					
3/8"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
#4	81.04	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
#10	68.78	96.84	99.84	99.45	100.00	99.91
#20	58.00	92.20	99.39	99.05	99.80	99.77
#40	45.35	86.92	98.83	98.20	99.64	99.55
#50	36.96	83.67	98.43	97.32	98.12	99.31
#100	23.60	78.16	97.55	94.47	96.54	98.39
#200	16.66	72.44	96.51	85.31	83.50	91.13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Granulometría suelos SPT N° 02.

SONDEO	SPT 02		
PROFUNDIDAD (metros)	0.15 – 0.60	0.60 – 1.58	1.58 – 3.00
SUCS	CL	CL-ML	CL
TAMICES ASTM	% QUE PASA		
3/8"	100.00	100.00	100.00
#4	95.05	96.25	100.00
#10	92.58	92.12	98.33
#20	90.89	88.24	98.21
#40	89.87	82.31	98.11
#50	89.45	79.81	98.03
#100	88.75	75.11	97.55
#200	87.66	69.77	93.91

<sup>20</sup> MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Análisis granulométrico de suelos por tamizado*, MTC E 107. Lima: 2016. pp.44 - 48.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Granulometría suelos SPT N° 03.

SONDEO	SPT 03				
PROFUNDIDAD (m)	0.15-0.27	0.27-0.72	0.72-1.05	1.05-1.72	1.72-3.00
SUCS	CL	ML	CH	ML	CH
TAMICES ASTM	% QUE PASA				
3/8"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
#4	95.63	93.17	99.21	98.84	100.00
#10	92.32	91.26	98.76	98.64	100.00
#20	90.29	90.04	98.52	98.58	99.98
#40	89.33	89.07	98.23	98.48	99.92
#50	88.73	88.61	98.01	98.30	99.84
#100	87.90	87.74	97.65	95.37	99.41
#200	86.78	85.85	96.88	82.09	97.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Granulometría suelos SPT N° 04.

SONDEO	SPT 04				
PROFUNDIDAD (m)	0.15 - 0.33	0.33 - 0.81	0.81 - 1.17	1.17 - 1.72	1.72 - 3.00
SUCS	CH			ML	CL
TAMICES ASTM	% QUE PASA				
3/8"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
#4	98.48	97.20	98.38	100.00	100.00
#10	97.99	95.62	98.12	99.61	99.96
#20	96.82	94.28	97.90	99.24	99.91
#40	95.46	92.79	97.62	98.91	99.71
#50	94.47	91.96	97.38	98.72	99.36
#100	92.18	90.36	96.42	95.25	96.48
#200	87.49	88.04	94.17	75.14	85.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Clasificación de Suelos Ensayos de Penetración Estándar.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)		MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	LEYENDA
	De:	A:			
SPT N°1	0.15	0.25	M1	SM	SM = Arena limosa

	0.25	0.40	M2	CL	CL = Arcilla inorgánica de baja plasticidad. CH = Arcilla inorgánica de alta plasticidad. ML = Limo inorgánico de baja plasticidad. CL – ML = Arcilla inorgánica de plasticidad baja con presencia de Limo
	0.40	1.95	M3	CH	
	1.95	2.30	M4	CL	
	2.30	2.63	M5		
	2.63	3.90	M6		
<b>SPT N° 2</b>	0.15	0.60	M1	CL	
	0.60	1.58	M2	CL-ML	
	1.58	3.00	M3	CL	
<b>SPT N° 3</b>	0.15	0.27	M1	CL	
	0.27	0.72	M2	ML	
	0.72	1.05	M3	CH	
	1.05	1.72	M4	ML	
	1.72	3.00	M5	CH	
<b>SPT N° 4</b>	0.15	0.33	M1	CH	
	0.33	0.81	M2		
	0.81	1.17	M3		
	1.17	1.72	M4	ML	
	1.72	3.00	M5	CL	

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

Para el cálculo de la resistencia de suelos arcillosos se utilizó la correlación que el autor Braja (2012), nos presenta para el valor de la resistencia a la compresión simple para suelos cohesivos y la resistencia a partir de N60 (p. 84).

Tabla 11. Resistencia a la compresión simple SPT N°01.

Profundidad (Metros)		Número de Golpes	Número de penetración Estándar	Resistencia a la compresión simple
De	a	N	N60	qu (kg/cm <sup>2</sup> )
0.15	0.45	8	4.50	0.488
0.45	0.75	9	5.06	0.535
0.75	1.05	19	10.69	1.081

1.05	1.35	27	15.19	1.546
1.35	1.65	27	15.19	1.546
1.65	1.95	17	9.56	0.968
1.95	2.25	12	6.75	0.694
2.25	2.55	13	7.31	0.750
2.55	2.85	18	10.13	1.030
2.85	3.00	11	6.19	0.638

Fuente: Elaboración propia

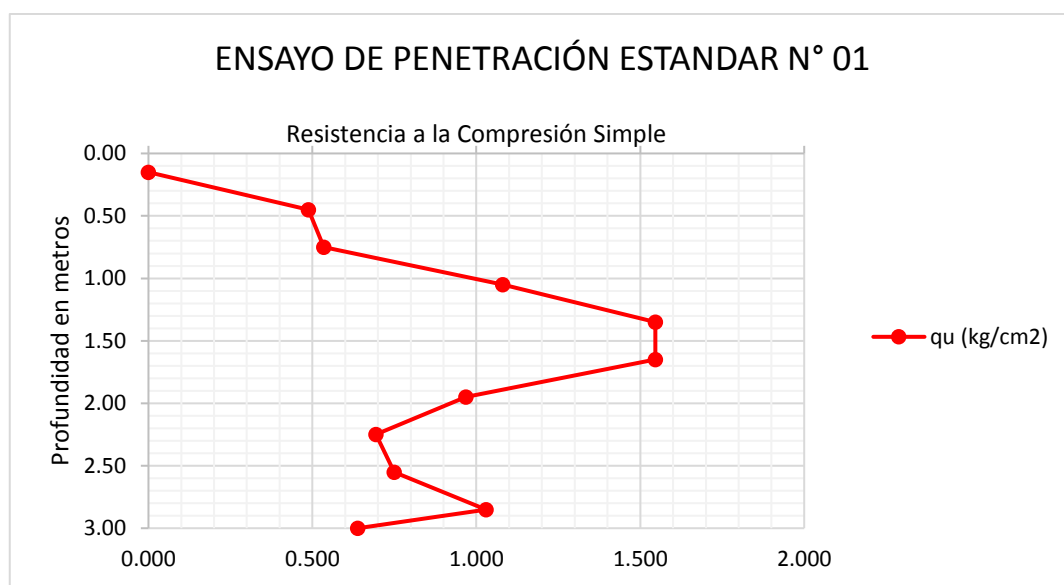


Figura 4. Compresión Simple SPT 01

Tabla 12. Resistencia a la compresión simple SPT N°02.

Profundidad (Metros)		Número de Golpes	Número de penetración Estándar	Resistencia a la compresión simple
De	a	N	N60	qu (kg/cm²)
0.15	0.45	19	10.69	1.081
0.45	0.75	29	16.31	1.750
0.75	1.05	34	19.13	2.226
1.05	1.35	15	8.44	0.856
1.35	1.65	12	6.75	0.694
1.65	1.95	14	7.88	0.797
1.95	2.25	12	6.75	0.694

2.25	2.55	14	7.88	0.797
2.55	2.85	17	9.56	0.968
2.85	3.00	15	8.44	0.856

Fuente: Elaboración Propia

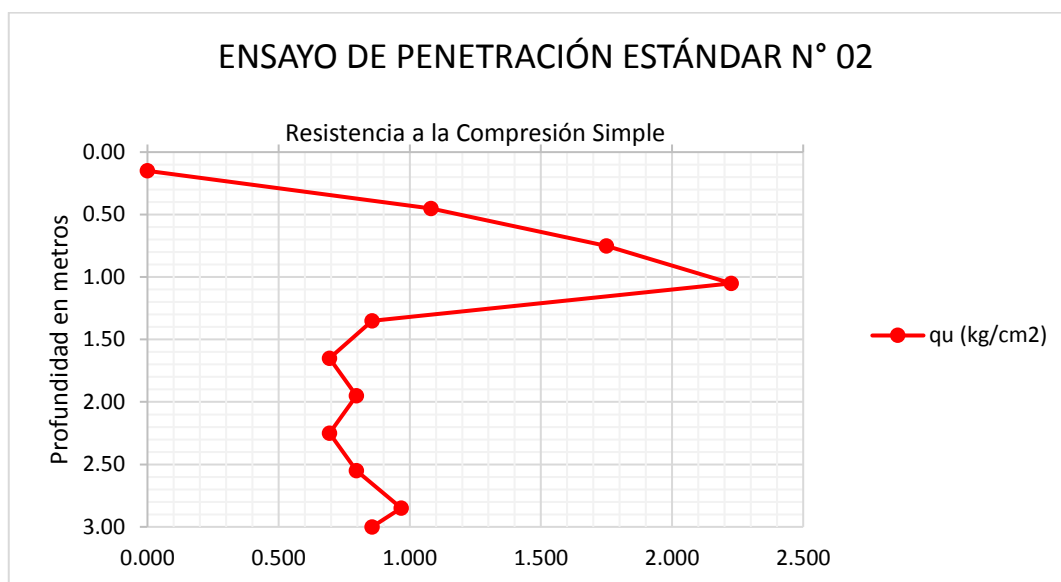


Figura 5. Compresión Simple SPT 02

Tabla 13. Resistencia a la compresión simple SPT N°03

Profundidad (Metros)		Número de Golpes	Número de penetración Estándar	Resistencia a la compresión simple
De	a	N	N60	qu (kg/cm <sup>2</sup> )
0.15	0.45	24	13.50	1.376
0.45	0.75	24	13.50	1.376
0.75	1.05	28	15.75	1.648
1.05	1.35	12	6.75	0.694
1.35	1.65	10	5.63	0.591
1.65	1.95	10	5.63	0.591
1.95	2.25	11	6.19	0.638
2.25	2.55	15	8.44	0.856
2.55	2.85	13	7.31	0.750
2.85	3.00	14	7.88	0.797

Fuente: Elaboración propia

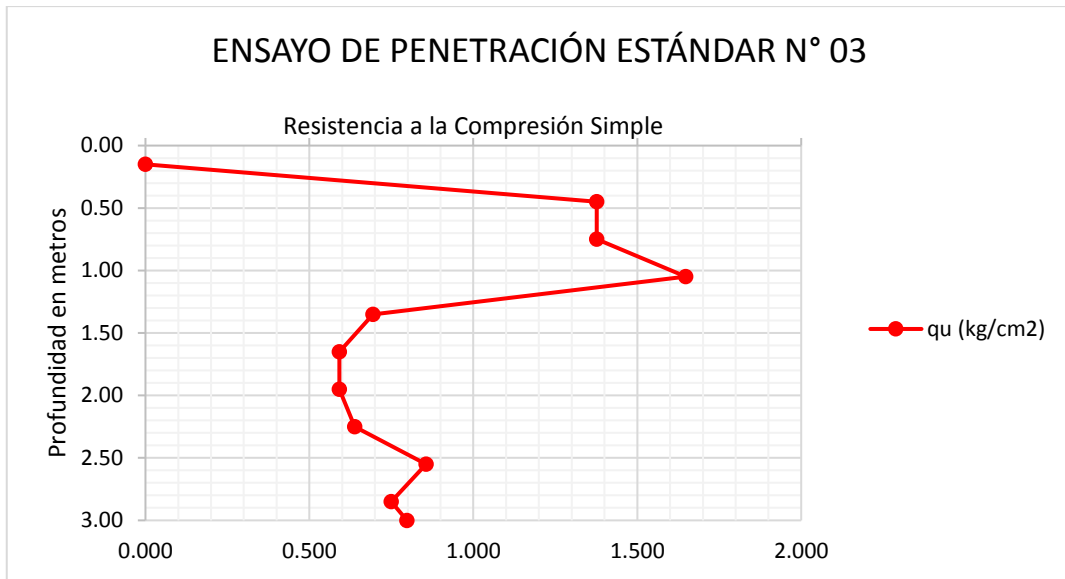


Figura 6. Compresión Simple SPT 03

Tabla 14. Resistencia a la compresión simple SPT N°04

Profundidad (Metros)		Número de Golpes	Número de penetración Estándar	Resistencia a la compresión simple
De	a	N	N60	qu (kg/cm <sup>2</sup> )
0.15	0.45	21	11.81	1.203
0.45	0.75	28	15.75	1.648
0.75	1.05	35	19.69	2.311
1.05	1.35	18	10.13	1.030
1.35	1.65	11	6.19	0.638
1.65	1.95	9	5.06	0.535
1.95	2.25	15	8.44	0.856
2.25	2.55	13	7.31	0.750
2.55	2.85	14	7.88	0.797
2.85	3.00	17	9.56	0.968

Fuente: Elaboración propia

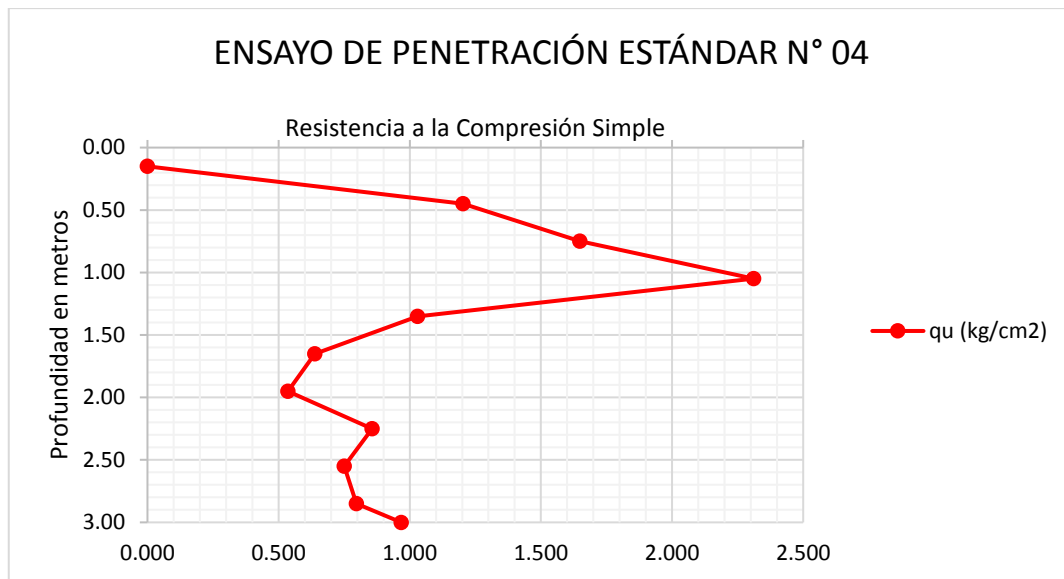


Figura 7. Compresión Simple SPT 04

#### 4.3. RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO

Los resultados se obtuvieron aplicando la fórmula correlativa de Hara y colaboradores (1971) utilizada para determinar la resistencia cortante no drenada en suelos arcillosos aplicando la presión atmosférica y el número de penetración estandar (Braja, 2012, p. 84).

Tabla 15. Resistencia al corte no drenado SPT N°01.

PROFUNDIDAD (metros)		N60	ALTITUD	Presión atmosférica Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión $q_u / 2$ kg/cm <sup>2</sup>
0.15	0.45	4.50	3827	0.64184	0.550	0.244
0.45	0.75	5.06	3827	0.64184	0.598	0.268
0.75	1.05	10.69	3827	0.64184	1.025	0.541
1.05	1.35	15.19	3827	0.64184	1.320	0.773
1.35	1.65	15.19	3827	0.64184	1.320	0.773
1.65	1.95	9.56	3827	0.64184	0.946	0.484
1.95	2.25	6.75	3827	0.64184	0.736	0.347
2.25	2.55	7.31	3827	0.64184	0.780	0.375
2.55	2.85	10.13	3827	0.64184	0.986	0.515
2.85	3.00	6.19	3827	0.64184	0.692	0.319

Fuente: Elaboración propia

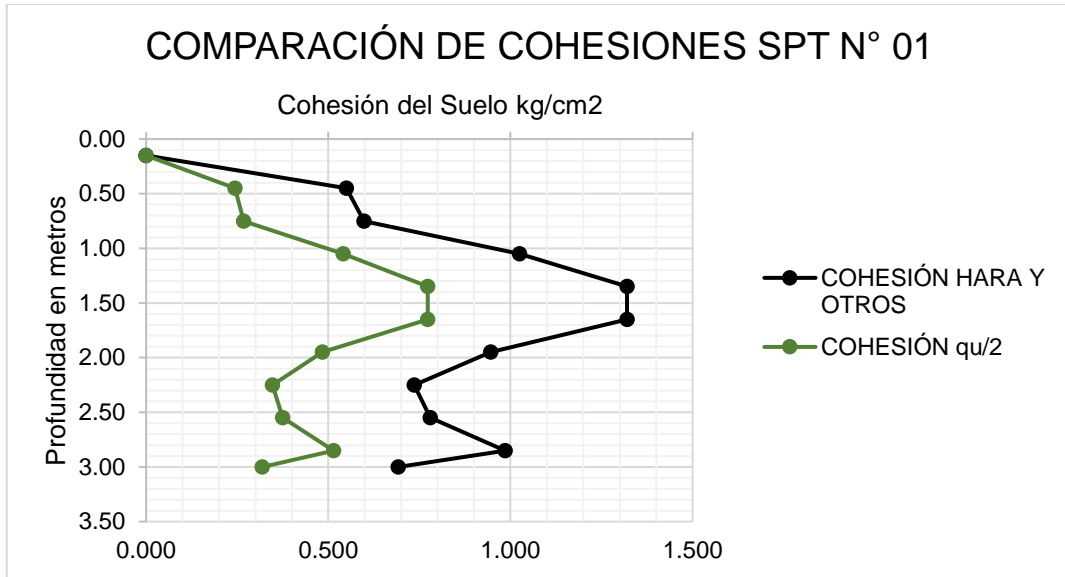


Figura 8. Comparación de Cohesiones SPT 01

Tabla 16. Resistencia al corte no drenado SPT N°02.

PROFUNDIDAD (metros)		N60	ALTITUD	Presión atmosférica Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión qu / 2 kg/cm <sup>2</sup>
0.15	0.45	10.69	3827	0.64184	1.025	0.541
0.45	0.75	16.31	3827	0.64184	1.389	0.875
0.75	1.05	19.13	3827	0.64184	1.558	1.113
1.05	1.35	8.44	3827	0.64184	0.865	0.428
1.35	1.65	6.75	3827	0.64184	0.736	0.347
1.65	1.95	7.88	3827	0.64184	0.823	0.399
1.95	2.25	6.75	3827	0.64184	0.736	0.347
2.25	2.55	7.88	3827	0.64184	0.823	0.399
2.55	2.85	9.56	3827	0.64184	0.946	0.484
2.85	3.00	8.44	3827	0.64184	0.865	0.428

Fuente: Elaboración propia



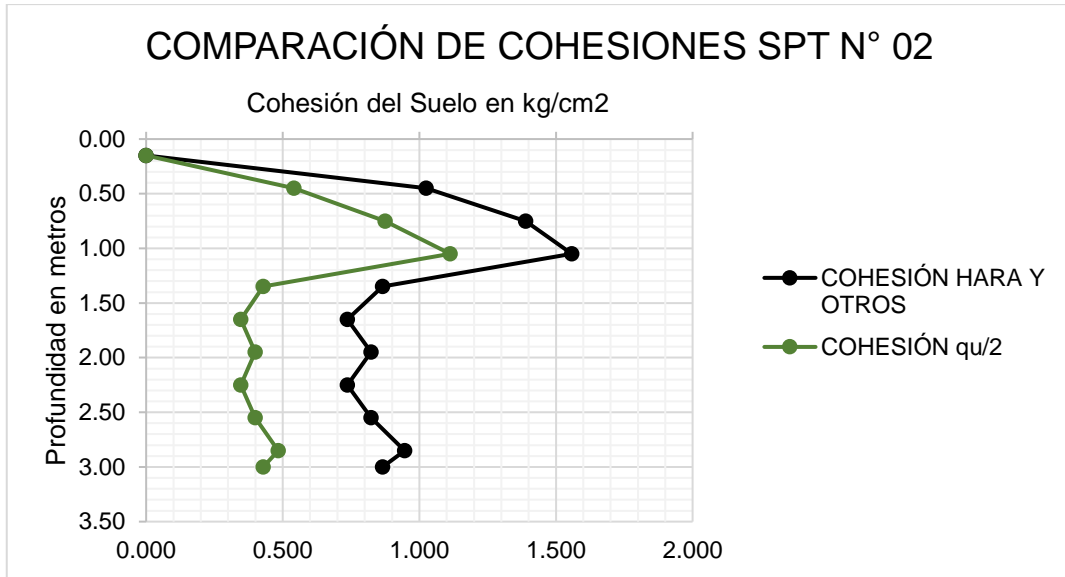


Figura 9. Comparación de Cohesiones SPT 02

Tabla 17. Resistencia al corte no drenado SPT N°03.

PROFUNDIDAD (metros)		N60	ALTITUD	Presión atmosférica Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión qu / 2 kg/cm <sup>2</sup>
0.15	0.45	13.5	3827	0.64184	1.212	0.688
0.45	0.75	13.5	3827	0.64184	1.212	0.688
0.75	1.05	15.75	3827	0.64184	1.355	0.824
1.05	1.35	6.75	3827	0.64184	0.736	0.347
1.35	1.65	5.63	3827	0.64184	0.646	0.296
1.65	1.95	5.63	3827	0.64184	0.646	0.296
1.95	2.25	6.19	3827	0.64184	0.692	0.319
2.25	2.55	8.44	3827	0.64184	0.865	0.428
2.55	2.85	7.31	3827	0.64184	0.780	0.375
2.85	3.00	7.88	3827	0.64184	0.823	0.399

Fuente: Elaboración propia

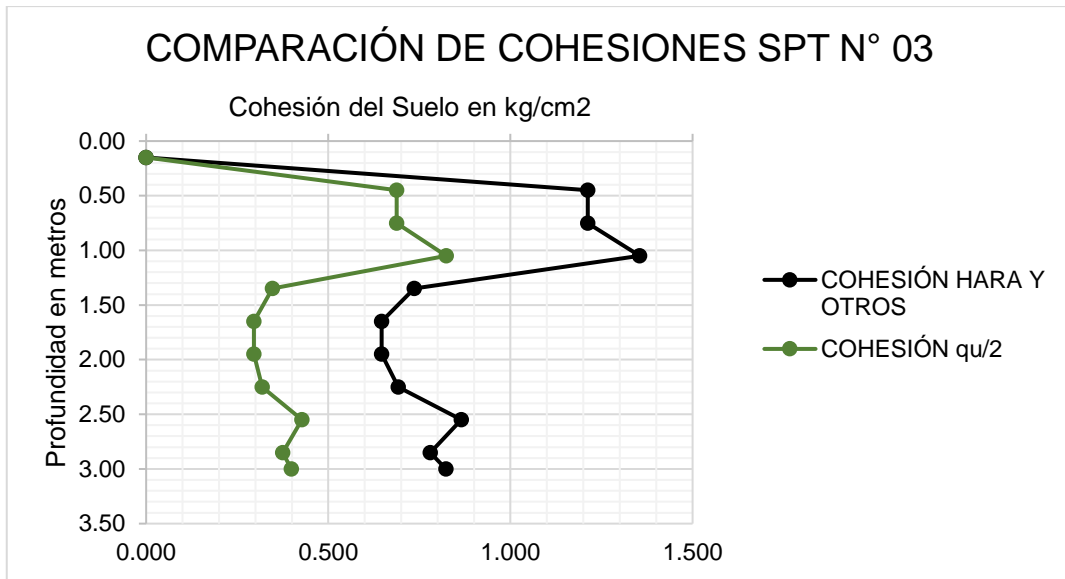


Figura 10. Comparación de Cohesiones SPT 03

Tabla 18. Resistencia al corte no drenado SPT N°04.

PROFUNDIDAD (metros)		N60	ALTITUD	Presión atmosférica Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión qu / 2 kg/cm <sup>2</sup>
0.15	0.45	11.81	3827	0.64184	1.101	0.602
0.45	0.75	15.75	3827	0.64184	1.355	0.824
0.75	1.05	19.69	3827	0.64184	1.591	1.156
1.05	1.35	10.13	3827	0.64184	0.986	0.515
1.35	1.65	6.19	3827	0.64184	0.692	0.319
1.65	1.95	5.06	3827	0.64184	0.598	0.268
1.95	2.25	8.44	3827	0.64184	0.865	0.428
2.25	2.55	7.31	3827	0.64184	0.780	0.375
2.55	2.85	7.88	3827	0.64184	0.823	0.399
2.85	3.00	9.56	3827	0.64184	0.946	0.484

Fuente: Elaboración propia.

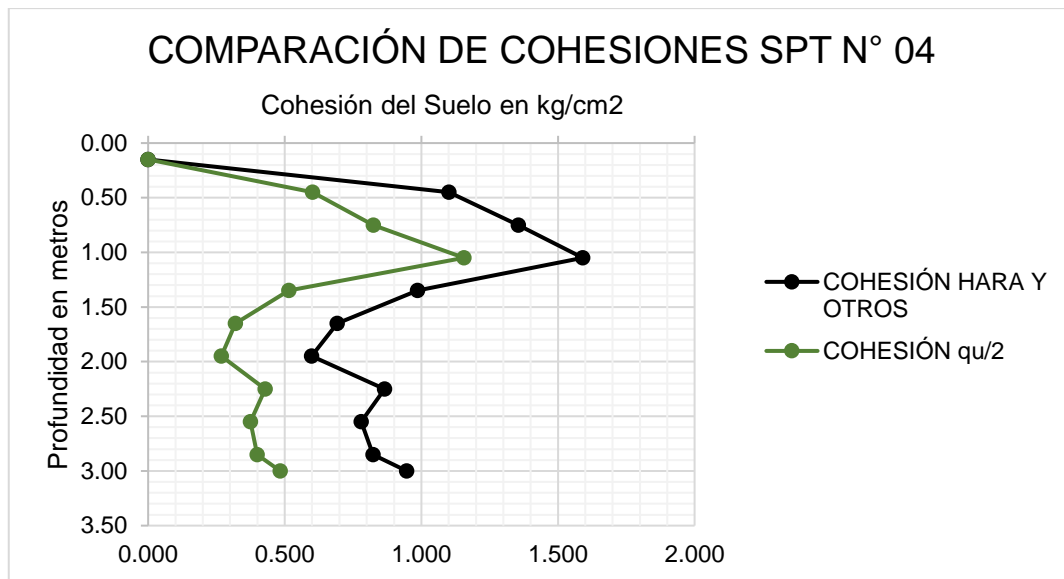


Figura 11. Comparación de Cohesiones SPT 04

#### 4.4. ECUACIÓN GENERAL DE CAPACIDAD DE CARGA

Se obtuvieron los siguientes resultados de la capacidad de carga admisible (cohesión de Hara y otros).

Tabla 19. Capacidad de carga admisible SPT N° 01

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	1599.90	0.00159990	1.025	8.435	2.812
0.90	1599.90	0.00159990	1.025	8.703	2.901
1.00	1599.90	0.00159990	1.025	8.971	2.990
1.10	1748.69	0.00174869	1.320	10.998	3.666
1.20	1748.69	0.00174869	1.320	11.155	3.718
1.30	1748.69	0.00174869	1.320	11.299	3.766
1.40	1837.96	0.00183796	1.320	11.444	3.815
1.50	1837.96	0.00183796	1.320	11.567	3.856
1.60	1837.96	0.00183796	1.320	11.680	3.893
1.70	1808.66	0.00180866	0.946	8.530	2.843

1.80	1808.66	0.00180866	0.946	8.605	2.868
1.90	1808.66	0.00180866	0.946	8.676	2.892
2.00	1822.96	0.00182296	0.736	6.885	2.295
2.10	1822.96	0.00182296	0.736	6.938	2.313
2.20	1822.96	0.00182296	0.736	6.988	2.329
2.30	1845.50	0.00184550	0.780	7.437	2.479
2.40	1845.50	0.00184550	0.780	7.485	2.495
2.50	1845.50	0.00184550	0.780	7.531	2.510
2.60	1834.42	0.00183442	0.986	9.446	3.149
2.70	1834.42	0.00183442	0.986	9.494	3.165
2.80	1834.42	0.00183442	0.986	9.541	3.180
2.90	1832.51	0.00183251	0.692	6.886	2.295
3.00	1832.51	0.00183251	0.692	6.921	2.307

FUENTE: Elaboración Propia

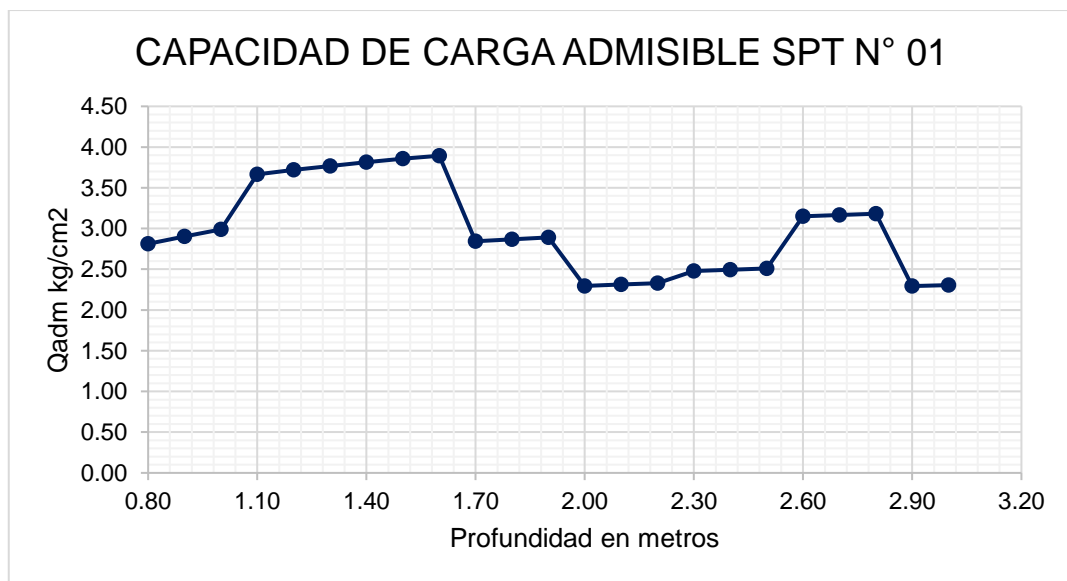


Figura 12. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 01

Tabla 20. Capacidad de carga admisible SPT N° 02

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		Qu	Qadm
Metros	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	(kg/cm <sup>2</sup> )	Qu	Qadm

				<b>(kg/cm2)</b>	<b>(kg/cm2)</b>
0.80	1692.15	0.00169215	1.558	12.763	4.254
0.90	1692.15	0.00169215	1.558	13.162	4.387
1.00	1692.15	0.00169215	1.558	13.562	4.521
1.10	1632.60	0.00163260	0.865	7.260	2.420
1.20	1632.60	0.00163260	0.865	7.368	2.456
1.30	1632.60	0.00163260	0.865	7.467	2.489
1.40	1656.52	0.00165652	0.736	6.469	2.156
1.50	1656.52	0.00165652	0.736	6.544	2.181
1.60	1656.52	0.00165652	0.736	6.614	2.205
1.70	1743.03	0.00174303	0.823	7.450	2.483
1.80	1743.03	0.00174303	0.823	7.517	2.506
1.90	1743.03	0.00174303	0.823	7.580	2.527
2.00	1776.62	0.00177662	0.736	6.876	2.292
2.10	1776.62	0.00177662	0.736	6.928	2.309
2.20	1776.62	0.00177662	0.736	6.978	2.326
2.30	1826.49	0.00182649	0.823	7.819	2.606
2.40	1826.49	0.00182649	0.823	7.869	2.623
2.50	1826.49	0.00182649	0.823	7.916	2.639
2.60	1818.35	0.00181835	0.946	9.078	3.026
2.70	1818.35	0.00181835	0.946	9.125	3.042
2.80	1818.35	0.00181835	0.946	9.170	3.057
2.90	1800.66	0.00180066	0.865	8.465	2.822
3.00	1800.66	0.00180066	0.865	8.505	2.835

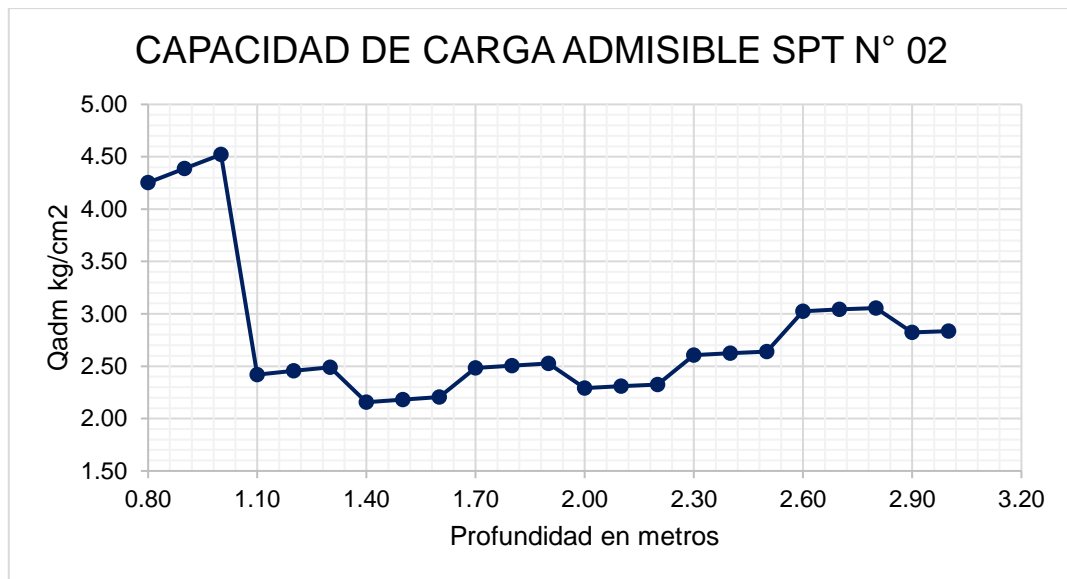


Figura 13. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 02

Tabla 21. Capacidad de carga admisible SPT N° 03

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		2061.00	0.00206100	1.355	11.147	3.716
0.90		2061.00	0.00206100	1.355	11.500	3.833
1.00		2061.00	0.00206100	1.355	11.854	3.951
1.10		2051.82	0.00205182	0.736	6.250	2.083
1.20		2051.82	0.00205182	0.736	6.349	2.116
1.30		2051.82	0.00205182	0.736	6.440	2.147
1.40		2006.26	0.00200626	0.646	5.755	1.918
1.50		2006.26	0.00200626	0.646	5.827	1.942
1.60		2006.26	0.00200626	0.646	5.893	1.964
1.70		1974.75	0.00197475	0.646	5.951	1.984
1.80		1974.75	0.00197475	0.646	6.010	2.003
1.90		1974.75	0.00197475	0.646	6.065	2.022
2.00		1963.72	0.00196372	0.692	6.523	2.174
2.10		1963.72	0.00196372	0.692	6.576	2.192

2.20	1963.72	0.00196372	0.692	6.625	2.208
2.30	1925.32	0.00192532	0.865	8.220	2.740
2.40	1925.32	0.00192532	0.865	8.272	2.757
2.50	1925.32	0.86500000	0.865	8.321	2.774
2.60	1944.18	0.00194418	0.780	7.600	2.533
2.70	1944.18	0.00194418	0.780	7.644	2.548
2.80	1944.18	0.00194418	0.780	7.686	2.562
2.90	1969.32	0.00196932	0.823	8.128	2.709
3.00	1969.32	0.00196932	0.823	8.169	2.723

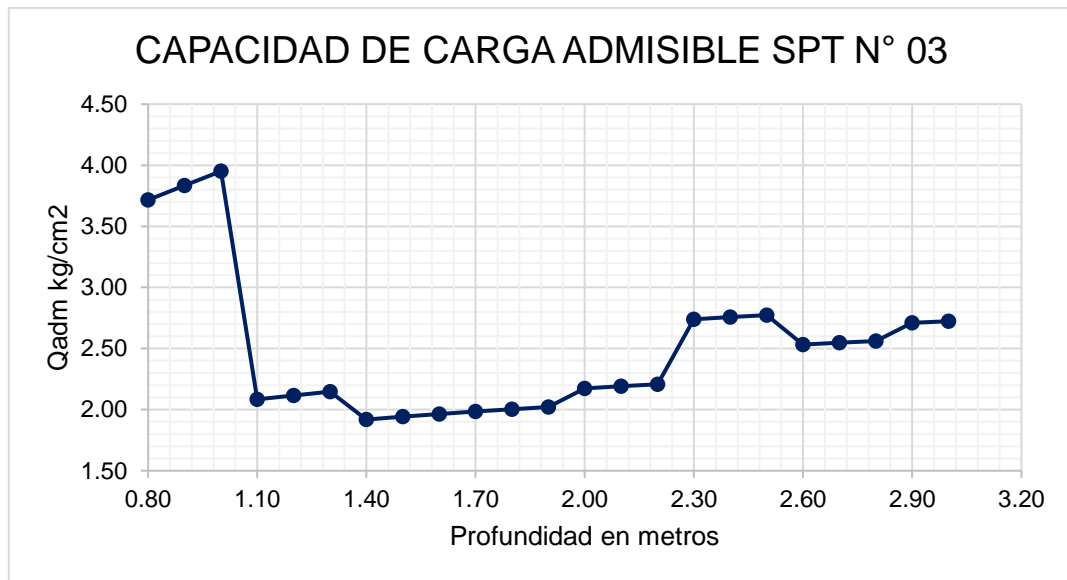


Figura 14. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 03

Tabla 22. Capacidad de carga admisible SPT N° 04

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	1937.71	0.00193771	1.591	13.050	4.350
0.90	1937.71	0.00193771	1.591	13.460	4.487
1.00	1937.71	0.00193771	1.591	13.871	4.624

1.10	1906.85	0.00190685	0.986	8.281	2.760
1.20	1906.85	0.00190685	0.986	8.404	2.801
1.30	1906.85	0.00190685	0.986	8.518	2.839
1.40	1910.31	0.00191031	0.692	6.132	2.044
1.50	1910.31	0.00191031	0.692	6.206	2.069
1.60	1910.31	0.00191031	0.692	6.275	2.092
1.70	1874.98	0.00187498	0.598	5.517	1.839
1.80	1874.98	0.00187498	0.598	5.571	1.857
1.90	1874.98	0.00187498	0.598	5.623	1.874
2.00	1843.77	0.00184377	0.865	8.032	2.677
2.10	1843.77	0.00184377	0.865	8.091	2.697
2.20	1843.77	0.00184377	0.865	8.147	2.716
2.30	1875.18	0.00187518	0.780	7.444	2.481
2.40	1875.18	0.00187518	0.780	7.492	2.497
2.50	1875.18	0.86500000	0.780	7.538	2.513
2.60	1910.78	0.00191078	0.823	7.983	2.661
2.70	1910.78	0.00191078	0.823	8.027	2.676
2.80	1910.78	0.00191078	0.823	8.070	2.690
2.90	1896.64	0.00189664	0.946	9.237	3.079
3.00	1896.64	0.00189664	0.946	9.279	3.093

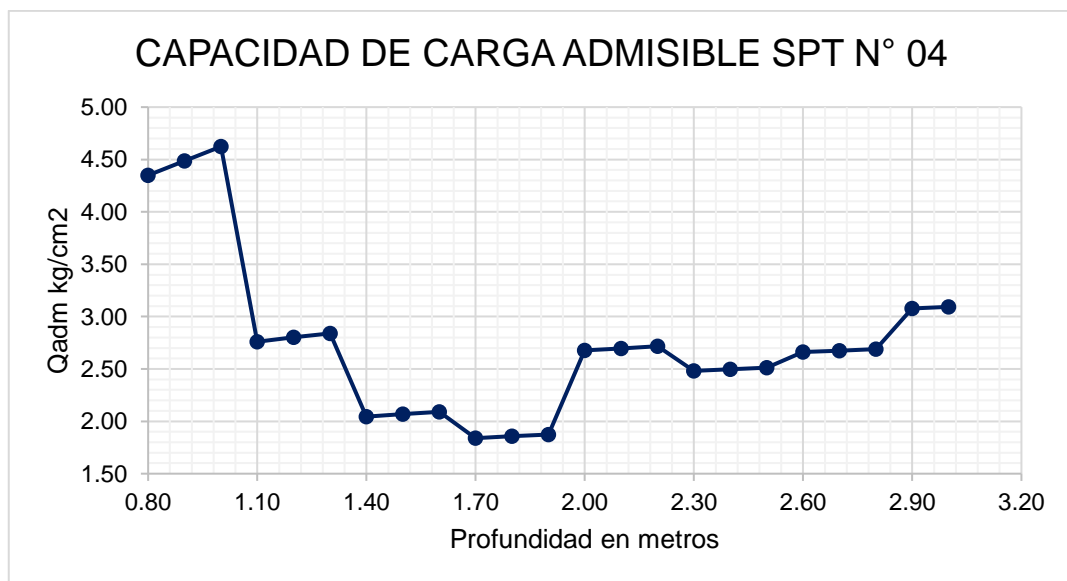




Figura 15. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 04

Se realizaron los cálculos para determinar la capacidad de carga admisible utilizando los resultados de la correlación de compresión simple, obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 23. Capacidad de carga admisible SPT N° 01

Df	Peso específico promedio		Cohesión qu / 2 (kg/cm2)	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Metros	Kg/m3		Kg/cm3	Qu (kg/cm2)
0.80	1599.90	0.00159990	0.541	4.513	1.504
0.90	1599.90	0.00159990	0.541	4.662	1.554
1.00	1599.90	0.00159990	0.541	4.810	1.603
1.10	1748.69	0.00174869	0.773	6.520	2.173
1.20	1748.69	0.00174869	0.773	6.619	2.206
1.30	1748.69	0.00174869	0.773	6.711	2.237
1.40	1837.96	0.00183796	0.773	6.808	2.269
1.50	1837.96	0.00183796	0.773	6.888	2.296
1.60	1837.96	0.00183796	0.773	6.962	2.321
1.70	1808.66	0.00180866	0.484	4.514	1.505
1.80	1808.66	0.00180866	0.484	4.562	1.521
1.90	1808.66	0.00180866	0.484	4.607	1.536
2.00	1822.96	0.00182296	0.347	3.439	1.146
2.10	1822.96	0.00182296	0.347	3.473	1.158
2.20	1822.96	0.00182296	0.347	3.507	1.169
2.30	1845.50	0.00184550	0.375	3.796	1.265
2.40	1845.50	0.00184550	0.375	3.829	1.276
2.50	1845.50	0.00184550	0.375	3.860	1.287
2.60	1834.42	0.00183442	0.515	5.161	1.720
2.70	1834.42	0.00183442	0.515	5.196	1.732
2.80	1834.42	0.00183442	0.515	5.229	1.743

2.90	1832.51	0.00183251	0.319	3.461	1.154
3.00	1832.51	0.00183251	0.319	3.487	1.162

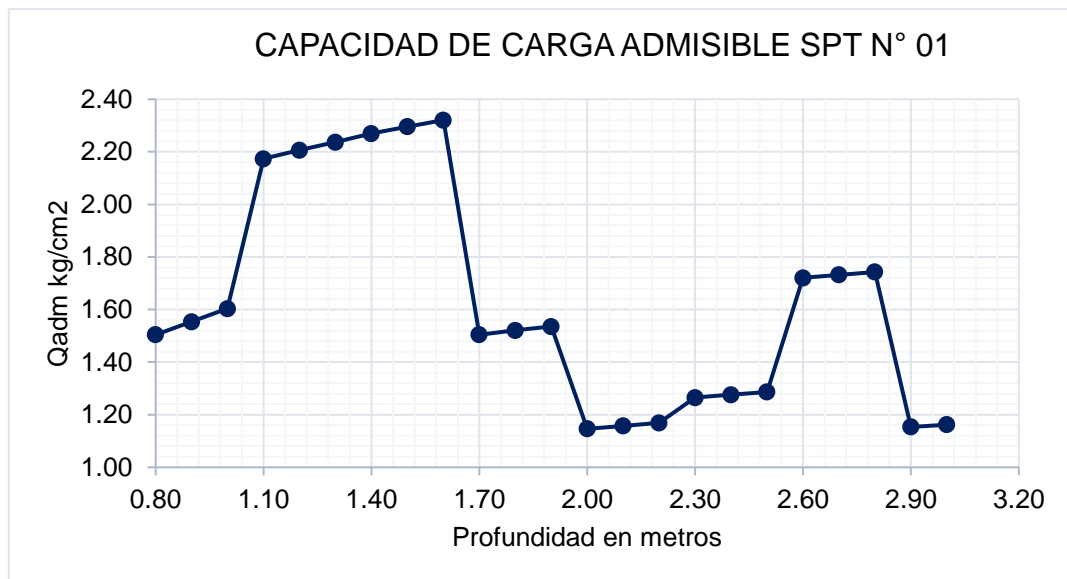


Figura 16. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 01  $q_u/2$

Tabla 24. Capacidad de carga admisible SPT N° 02

Df	Peso específico promedio		Cohesión $q_u / 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	$Q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		1692.15	0.00169215	1.113	9.156	3.052
0.90		1692.15	0.00169215	1.113	9.446	3.149
1.00		1692.15	0.00169215	1.113	9.737	3.246
1.10		1632.60	0.00163260	0.428	3.683	1.228
1.20		1632.60	0.00163260	0.428	3.745	1.248
1.30		1632.60	0.00163260	0.428	3.802	1.267
1.40		1656.52	0.00165652	0.347	3.173	1.058
1.50		1656.52	0.00165652	0.347	3.217	1.072
1.60		1656.52	0.00165652	0.347	3.258	1.086
1.70		1743.03	0.00174303	0.399	3.764	1.255

1.80	1743.03	0.00174303	0.399	3.806	1.269
1.90	1743.03	0.00174303	0.399	3.846	1.282
2.00	1776.62	0.00177662	0.347	3.429	1.143
2.10	1776.62	0.00177662	0.347	3.464	1.155
2.20	1776.62	0.00177662	0.347	3.497	1.166
2.30	1826.49	0.00182649	0.399	4.007	1.336
2.40	1826.49	0.00182649	0.399	4.041	1.347
2.50	1826.49	0.00182649	0.399	4.073	1.358
2.60	1818.35	0.00181835	0.484	4.875	1.625
2.70	1818.35	0.00181835	0.484	4.908	1.636
2.80	1818.35	0.00181835	0.484	4.940	1.647
2.90	1800.66	0.00180066	0.428	4.452	1.484
3.00	1800.66	0.00180066	0.428	4.481	1.494

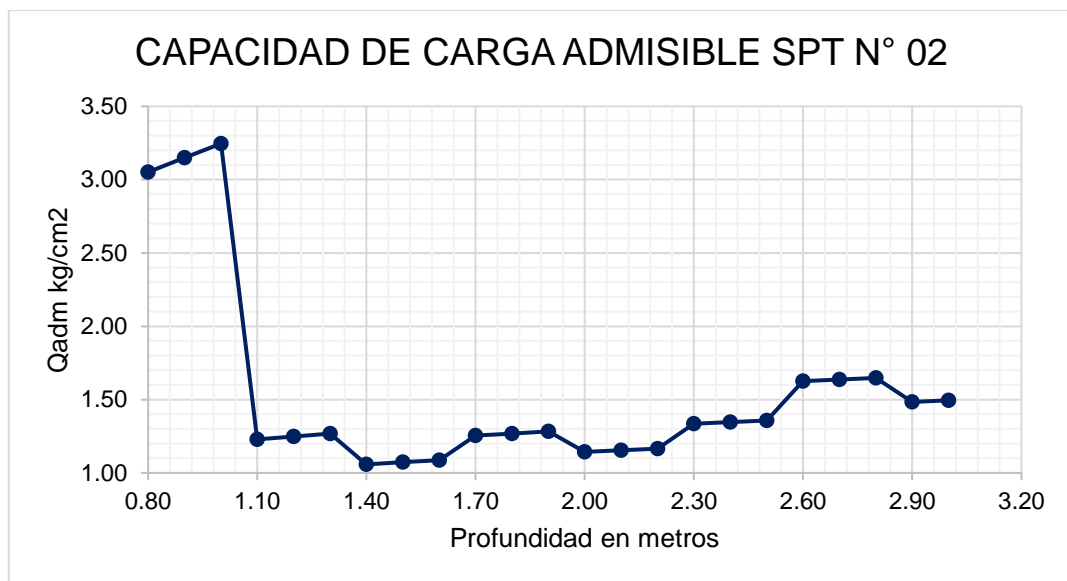


Figura 17. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 02  $q_u/2$

Tabla 25. Capacidad de carga admisible SPT N° 03

Df	Peso específico promedio		Cohesión $q_u / 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		$Q_u$	$Q_{adm}$

				<b>(kg/cm2)</b>	<b>(kg/cm2)</b>
0.80	2061.00	0.00206100	0.824	6.843	2.281
0.90	2061.00	0.00206100	0.824	7.066	2.355
1.00	2061.00	0.00206100	0.824	7.289	2.430
1.10	2051.82	0.00205182	0.347	3.066	1.022
1.20	2051.82	0.00205182	0.347	3.123	1.041
1.30	2051.82	0.00205182	0.347	3.177	1.059
1.40	2006.26	0.00200626	0.296	2.789	0.930
1.50	2006.26	0.00200626	0.296	2.833	0.944
1.60	2006.26	0.00200626	0.296	2.874	0.958
1.70	1974.75	0.00197475	0.296	2.909	0.970
1.80	1974.75	0.00197475	0.296	2.946	0.982
1.90	1974.75	0.00197475	0.296	2.982	0.994
2.00	1963.72	0.00196372	0.318	3.210	1.070
2.10	1963.72	0.00196372	0.318	3.245	1.082
2.20	1963.72	0.00196372	0.318	3.278	1.093
2.30	1925.32	0.00192532	0.428	4.291	1.430
2.40	1925.32	0.00192532	0.428	4.326	1.442
2.50	1925.32	0.00192532	0.428	4.360	1.453
2.60	1944.18	0.00194418	0.375	3.917	1.306
2.70	1944.18	0.00194418	0.375	3.947	1.316
2.80	1944.18	0.00194418	0.375	3.978	1.326
2.90	1969.32	0.00196932	0.399	4.235	1.412
3.00	1969.32	0.00196932	0.399	4.265	1.422

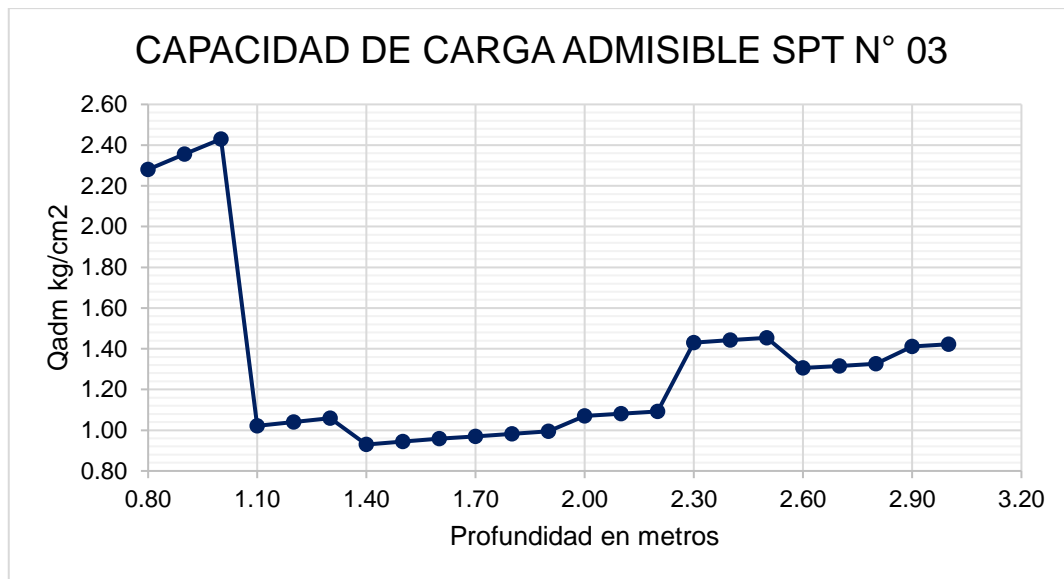


Figura 18. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT 03 qu/2

Tabla 26. Capacidad de carga admisible SPT N° 04

Df	Peso específico promedio		Cohesión qu / 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación General Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		1937.71	0.00193771	1.156	9.524	3.175
0.90		1937.71	0.00193771	1.156	9.827	3.276
1.00		1937.71	0.00193771	1.156	10.131	3.377
1.10		1906.85	0.00190685	0.515	4.425	1.475
1.20		1906.85	0.00190685	0.515	4.499	1.500
1.30		1906.85	0.00190685	0.515	4.567	1.522
1.40		1910.31	0.00191031	0.319	2.971	0.990
1.50		1910.31	0.00191031	0.319	3.015	1.005
1.60		1910.31	0.00191031	0.319	3.057	1.019
1.70		1874.98	0.00187498	0.268	2.648	0.883
1.80		1874.98	0.00187498	0.268	2.683	0.894
1.90		1874.98	0.00187498	0.268	2.717	0.906
2.00		1843.77	0.00184377	0.428	4.160	1.387
2.10		1843.77	0.00184377	0.428	4.199	1.400

2.20	1843.77	0.00184377	0.428	4.236	1.412
2.30	1875.18	0.00187518	0.375	3.803	1.268
2.40	1875.18	0.00187518	0.375	3.836	1.279
2.50	1875.18	0.00187518	0.375	3.868	1.289
2.60	1910.78	0.00191078	0.399	4.126	1.375
2.70	1910.78	0.00191078	0.399	4.157	1.386
2.80	1910.78	0.00191078	0.399	4.188	1.396
2.90	1896.64	0.00189664	0.484	4.994	1.665
3.00	1896.64	0.00189664	0.484	5.025	1.675

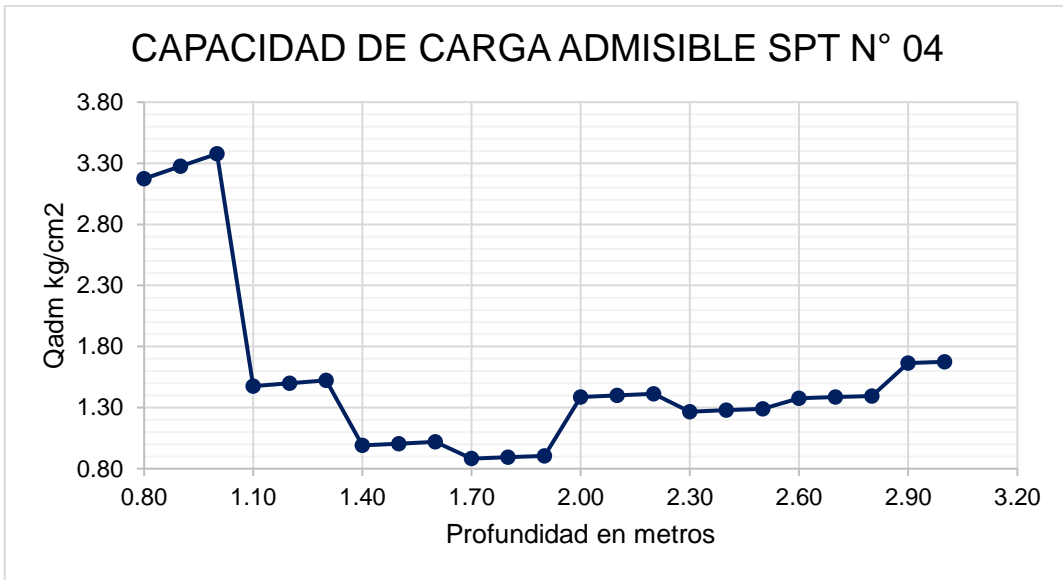


Figura 19. Capacidad de Carga Admisible Meyerhof SPT04  $q_u/2$

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON AMBAS COHESIONES

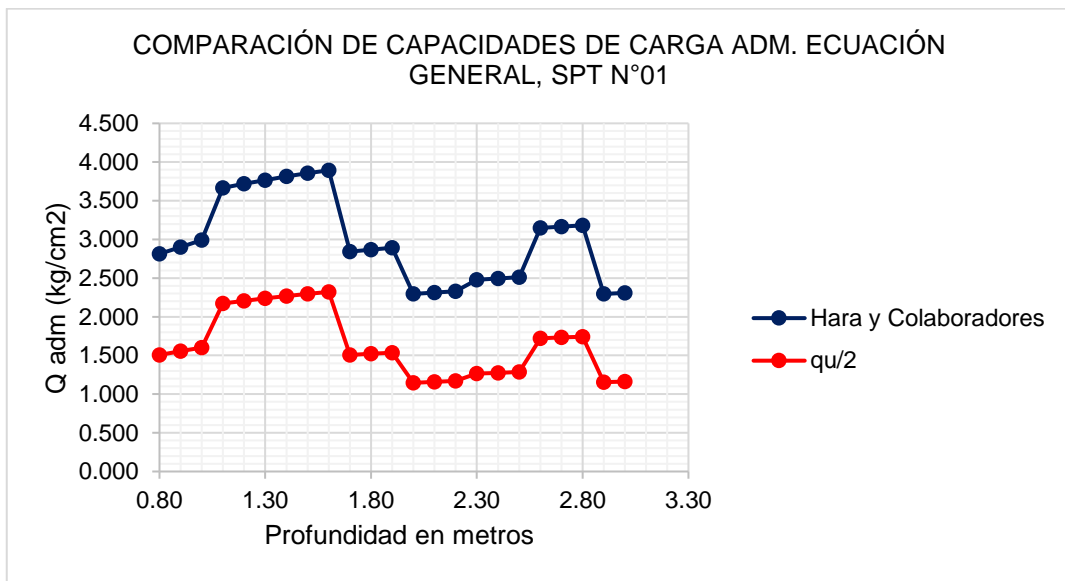


Figura 20. Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 01

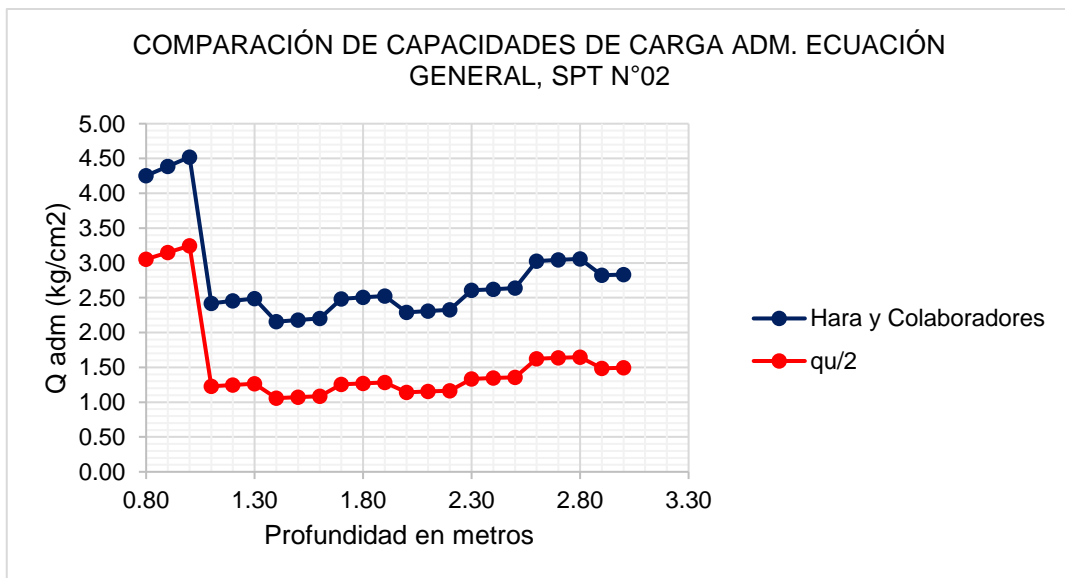


Figura 21. Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 02

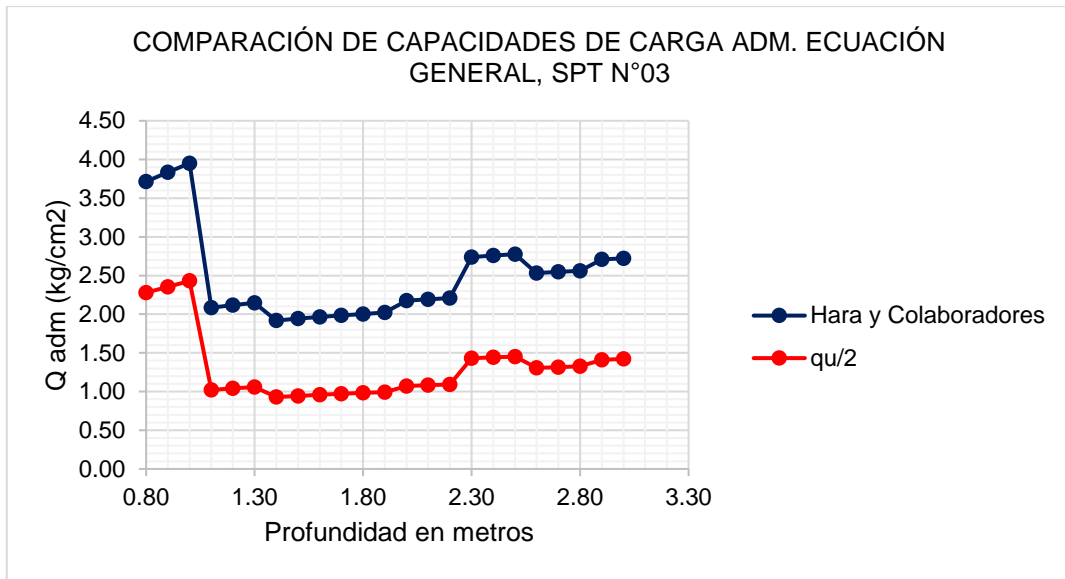


Figura 22. Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 03

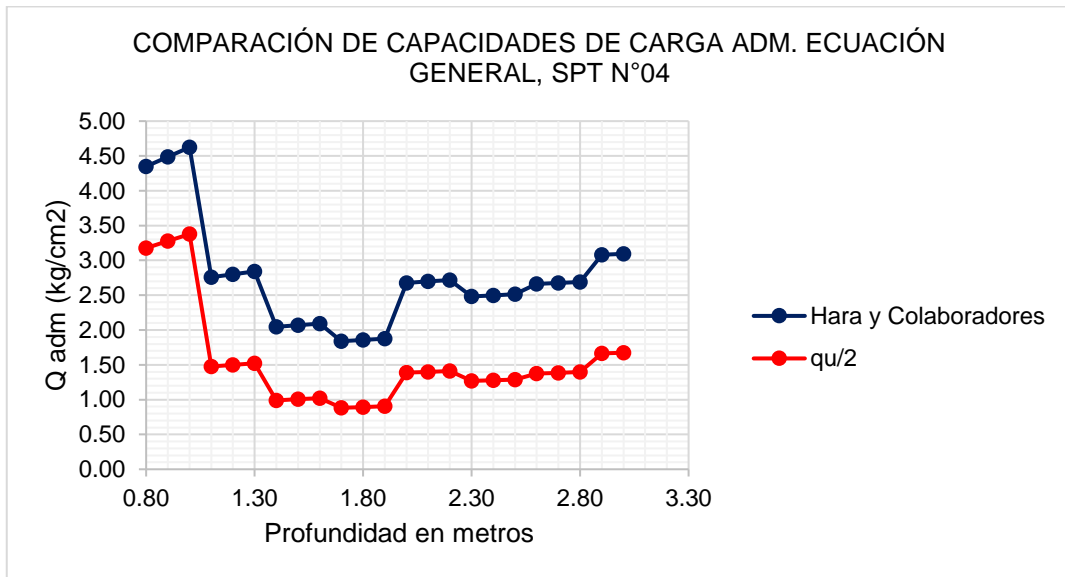


Figura 23. Comparación de Capacidades de Carga Meyerhof SPT 04

#### 4.5. ECUACIÓN DE CARGA DE TERZAGHI

##### 4.6.1. CAPACIDAD DE CARGA (Cohesión de Hara y otros)

Tabla 27. Capacidad de carga de SPT N° 01.

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		Qu	Qadm



				<b>(kg/cm2)</b>	<b>(kg/cm2)</b>
0.80	1599.90	0.00159990	1.025	7.723	2.574
0.90	1599.90	0.00159990	1.025	7.739	2.580
1.00	1599.90	0.00159990	1.025	7.755	2.585
1.10	1748.69	0.00174869	1.320	9.974	3.325
1.20	1748.69	0.00174869	1.320	9.991	3.330
1.30	1748.69	0.00174869	1.320	10.009	3.336
1.40	1837.96	0.00183796	1.320	10.039	3.346
1.50	1837.96	0.00183796	1.320	10.057	3.352
1.60	1837.96	0.00183796	1.320	10.075	3.358
1.70	1808.66	0.00180866	0.946	7.317	2.439
1.80	1808.66	0.00180866	0.946	7.335	2.445
1.90	1808.66	0.00180866	0.946	7.354	2.451
2.00	1822.96	0.00182296	0.736	5.818	1.939
2.10	1822.96	0.00182296	0.736	5.837	1.946
2.20	1822.96	0.00182296	0.736	5.855	1.952
2.30	1845.50	0.00184550	0.780	6.204	2.068
2.40	1845.50	0.00184550	0.780	6.223	2.074
2.50	1845.50	0.00184550	0.780	6.241	2.080
2.60	1834.42	0.00183442	0.986	7.783	2.594
2.70	1834.42	0.00183442	0.986	7.802	2.601
2.80	1834.42	0.00183442	0.986	7.820	2.607
2.90	1832.51	0.00183251	0.692	5.659	1.886
3.00	1832.51	0.00183251	0.692	5.677	1.892

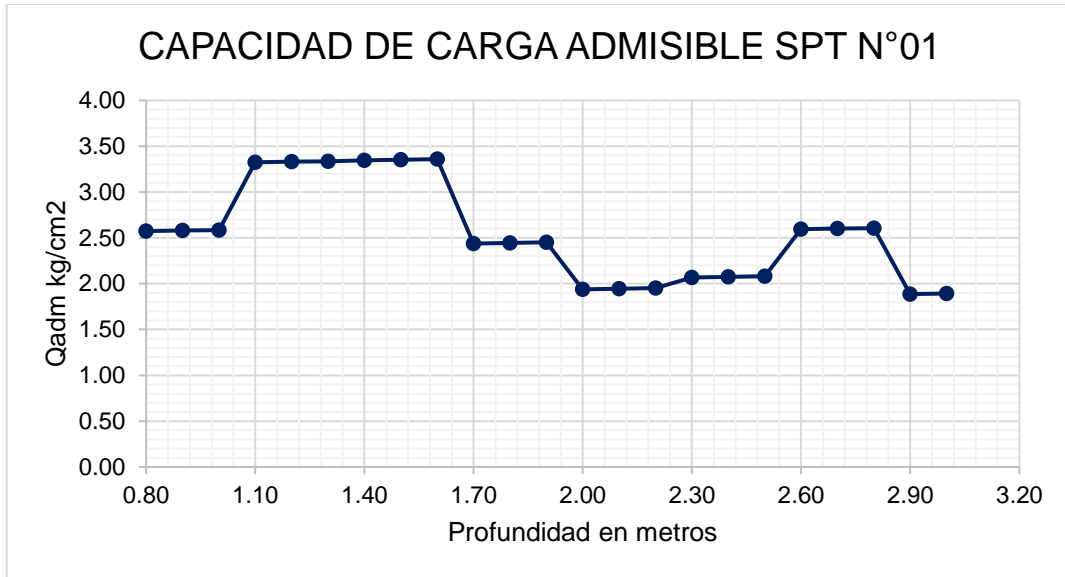


Figura 24. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 01

Tabla 28. Capacidad de carga de SPT N° 02

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		1692.15	0.00169215	1.558	11.680	3.893
0.90		1692.15	0.00169215	1.558	11.697	3.899
1.00		1692.15	0.00169215	1.558	11.714	3.905
1.10		1632.60	0.00163260	0.865	6.589	2.196
1.20		1632.60	0.00163260	0.865	6.606	2.202
1.30		1632.60	0.00163260	0.865	6.622	2.207
1.40		1656.52	0.00165652	0.736	5.686	1.895
1.50		1656.52	0.00165652	0.736	5.702	1.901
1.60		1656.52	0.00165652	0.736	5.719	1.906
1.70		1743.03	0.00174303	0.823	6.395	2.132
1.80		1743.03	0.00174303	0.823	6.412	2.137
1.90		1743.03	0.00174303	0.823	6.430	2.143
2.00		1776.62	0.00177662	0.736	5.809	1.936
2.10		1776.62	0.00177662	0.736	5.827	1.942

2.20	1776.62	0.00177662	0.736	5.845	1.948
2.30	1826.49	0.00182649	0.823	6.519	2.173
2.40	1826.49	0.00182649	0.823	6.537	2.179
2.50	1826.49	0.00182649	0.823	6.555	2.185
2.60	1818.35	0.00181835	0.946	7.483	2.494
2.70	1818.35	0.00181835	0.946	7.501	2.500
2.80	1818.35	0.00181835	0.946	7.519	2.506
2.90	1800.66	0.00180066	0.865	6.932	2.311
3.00	1800.66	0.00180066	0.865	6.950	2.317

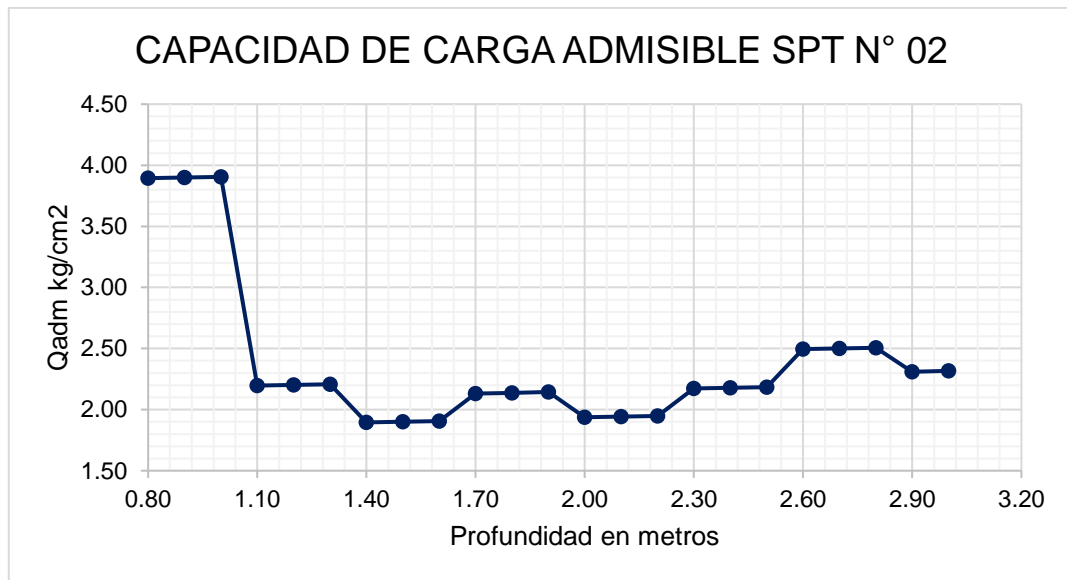


Figura 25. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 02

Tabla 29. Capacidad de carga de SPT N° 03

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		Qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	2061.00	0.00206100	1.355	10.205	3.402
0.90	2061.00	0.00206100	1.355	10.226	3.409
1.00	2061.00	0.00206100	1.355	10.247	3.416

1.10	2051.82	0.00205182	0.736	5.679	1.893
1.20	2051.82	0.00205182	0.736	5.700	1.900
1.30	2051.82	0.00205182	0.736	5.720	1.907
1.40	2006.26	0.00200626	0.646	5.068	1.689
1.50	2006.26	0.00200626	0.646	5.088	1.696
1.60	2006.26	0.00200626	0.646	5.108	1.703
1.70	1974.75	0.00197475	0.646	5.123	1.708
1.80	1974.75	0.00197475	0.646	5.142	1.714
1.90	1974.75	0.00197475	0.646	5.162	1.721
2.00	1963.72	0.00196372	0.692	5.520	1.840
2.10	1963.72	0.00196372	0.692	5.540	1.847
2.20	1963.72	0.00196372	0.692	5.560	1.853
2.30	1925.32	0.00192532	0.865	6.852	2.284
2.40	1925.32	0.00192532	0.865	6.872	2.291
2.50	1925.32	0.00192532	0.865	6.891	2.297
2.60	1944.18	0.00194418	0.780	6.285	2.095
2.70	1944.18	0.00194418	0.780	6.305	2.102
2.80	1944.18	0.00194418	0.780	6.324	2.108
2.90	1969.32	0.00196932	0.823	6.670	2.223
3.00	1969.32	0.00196932	0.823	6.689	2.230

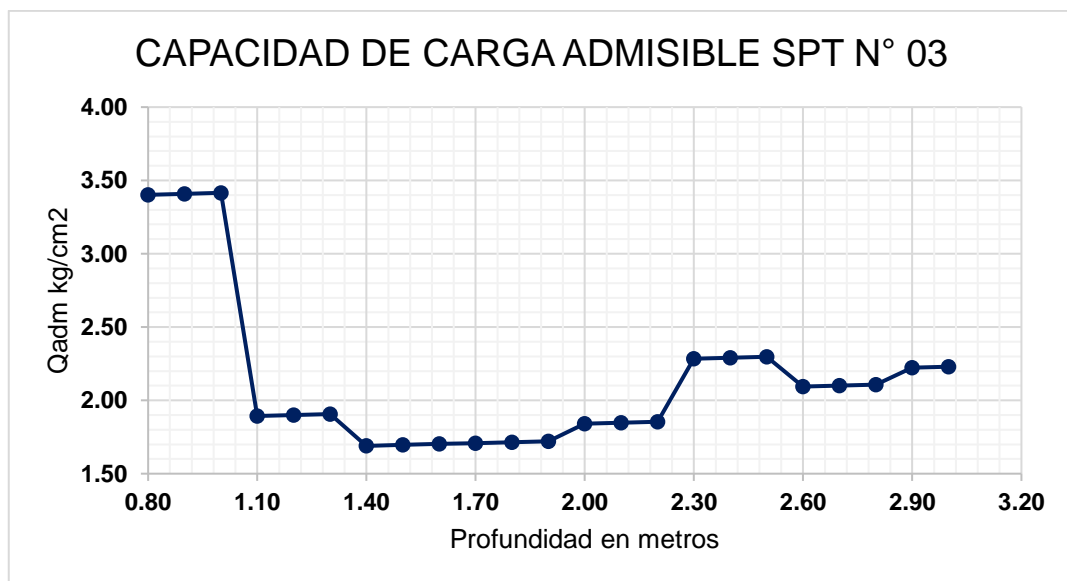


Figura 26. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 03

Tabla 30. Capacidad de carga SPT N° 04.

Df	Peso específico promedio		Cohesión Hara y otros (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	Qu (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	1937.71	0.00193771	1.591	11.944	3.981
0.90	1937.71	0.00193771	1.591	11.964	3.988
1.00	1937.71	0.00193771	1.591	11.983	3.994
1.10	1906.85	0.00190685	0.986	7.516	2.505
1.20	1906.85	0.00190685	0.986	7.535	2.512
1.30	1906.85	0.00190685	0.986	7.554	2.518
1.40	1910.31	0.00191031	0.692	5.395	1.798
1.50	1910.31	0.00191031	0.692	5.414	1.805
1.60	1910.31	0.00191031	0.692	5.433	1.811
1.70	1874.98	0.00187498	0.598	4.750	1.583
1.80	1874.98	0.00187498	0.598	4.769	1.590
1.90	1874.98	0.00187498	0.598	4.787	1.596
2.00	1843.77	0.00184377	0.865	6.778	2.259
2.10	1843.77	0.00184377	0.865	6.797	2.266
2.20	1843.77	0.00184377	0.865	6.815	2.272
2.30	1875.18	0.00187518	0.780	6.211	2.070
2.40	1875.18	0.00187518	0.780	6.230	2.077
2.50	1875.18	0.00187518	0.780	6.249	2.083
2.60	1910.78	0.00191078	0.823	6.595	2.198
2.70	1910.78	0.00191078	0.823	6.614	2.205
2.80	1910.78	0.00191078	0.823	6.633	2.211
2.90	1896.64	0.00189664	0.946	7.560	2.520
3.00	1896.64	0.00189664	0.946	7.579	2.526

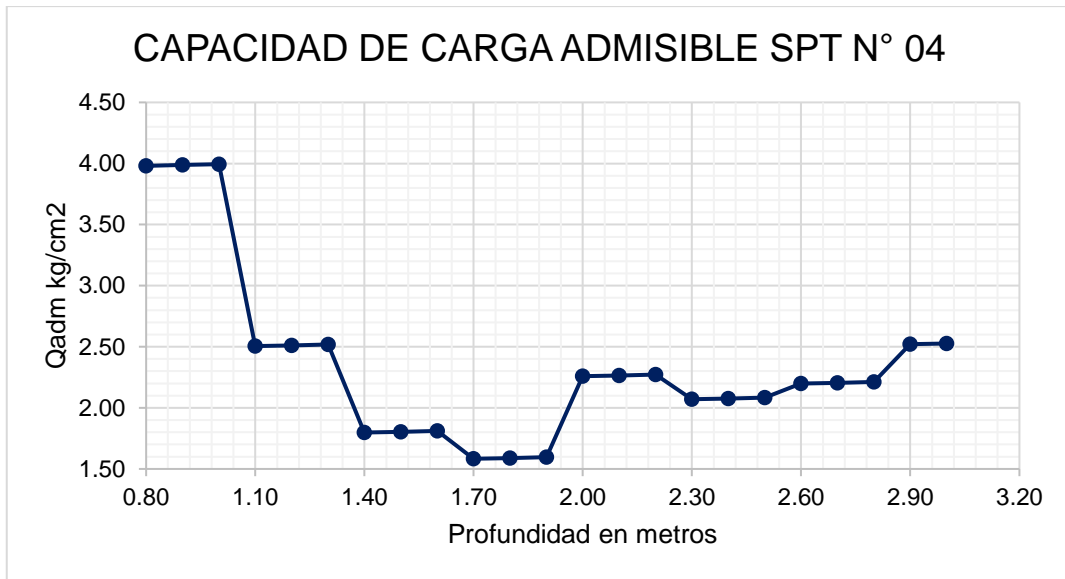


Figura 27. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 04

#### 4.6.2. CAPACIDAD DE CARGA ( $q_u/2$ )

Tabla 31. Capacidad de carga SPT N° 01.

Df	Peso específico promedio		Cohesión $q_u / 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	$Q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		1599.90	0.00159990	0.541	4.137	1.379
0.90		1599.90	0.00159990	0.541	4.153	1.384
1.00		1599.90	0.00159990	0.541	4.169	1.390
1.10		1748.69	0.00174869	0.773	5.920	1.973
1.20		1748.69	0.00174869	0.773	5.938	1.979
1.30		1748.69	0.00174869	0.773	5.955	1.985
1.40		1837.96	0.00183796	0.773	5.985	1.995
1.50		1837.96	0.00183796	0.773	6.004	2.001
1.60		1837.96	0.00183796	0.773	6.022	2.007
1.70		1808.66	0.00180866	0.484	3.894	1.298
1.80		1808.66	0.00180866	0.484	3.912	1.304

1.90	1808.66	0.00180866	0.484	3.930	1.310
2.00	1822.96	0.00182296	0.347	2.936	0.979
2.10	1822.96	0.00182296	0.347	2.954	0.985
2.20	1822.96	0.00182296	0.347	2.972	0.991
2.30	1845.50	0.00184550	0.375	3.203	1.068
2.40	1845.50	0.00184550	0.375	3.222	1.074
2.50	1845.50	0.00184550	0.375	3.240	1.080
2.60	1834.42	0.00183442	0.515	4.293	1.431
2.70	1834.42	0.00183442	0.515	4.311	1.437
2.80	1834.42	0.00183442	0.515	4.330	1.443
2.90	1832.51	0.00183251	0.319	2.895	0.965
3.00	1832.51	0.00183251	0.319	2.914	0.971

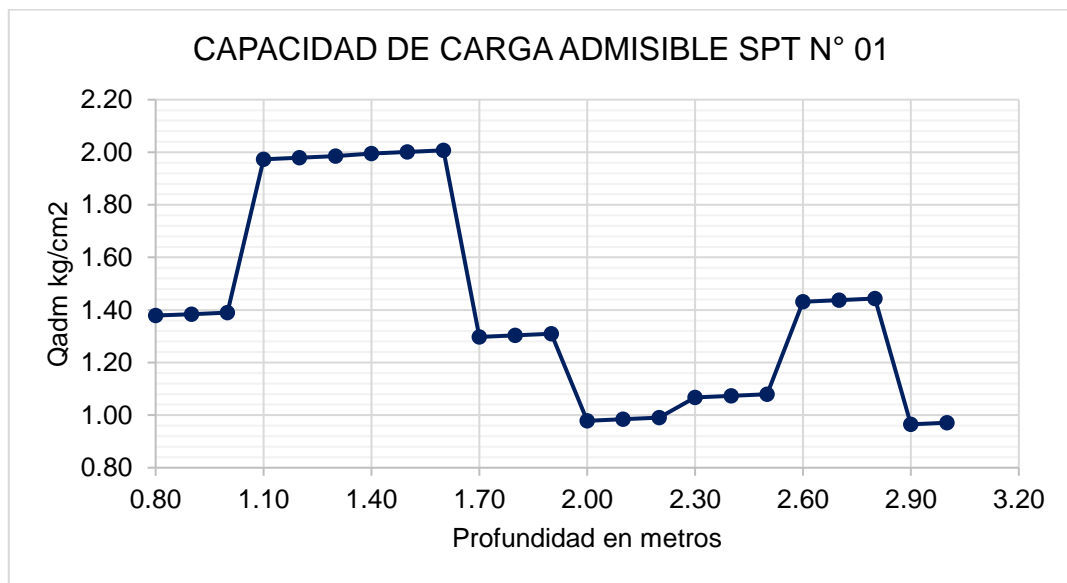


Figura 28. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 01  $q_u/2$

Tabla 32. Capacidad de carga SPT N° 02.

Df	Peso específico promedio		Cohesión $q_u / 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros	
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>		$Q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Metros	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>			

0.80	1692.15	0.00169215	1.113	8.383	2.794
0.90	1692.15	0.00169215	1.113	8.400	2.800
1.00	1692.15	0.00169215	1.113	8.417	2.806
1.10	1632.60	0.00163260	0.428	3.351	1.117
1.20	1632.60	0.00163260	0.428	3.367	1.122
1.30	1632.60	0.00163260	0.428	3.384	1.128
1.40	1656.52	0.00165652	0.347	2.803	0.934
1.50	1656.52	0.00165652	0.347	2.820	0.940
1.60	1656.52	0.00165652	0.347	2.836	0.945
1.70	1743.03	0.00174303	0.399	3.253	1.084
1.80	1743.03	0.00174303	0.399	3.270	1.090
1.90	1743.03	0.00174303	0.399	3.288	1.096
2.00	1776.62	0.00177662	0.347	2.927	0.976
2.10	1776.62	0.00177662	0.347	2.944	0.981
2.20	1776.62	0.00177662	0.347	2.962	0.987
2.30	1826.49	0.00182649	0.399	3.377	1.126
2.40	1826.49	0.00182649	0.399	3.395	1.132
2.50	1826.49	0.00182649	0.399	3.413	1.138
2.60	1818.35	0.00181835	0.484	4.059	1.353
2.70	1818.35	0.00181835	0.484	4.077	1.359
2.80	1818.35	0.00181835	0.484	4.096	1.365
2.90	1800.66	0.00180066	0.428	3.694	1.231
3.00	1800.66	0.00180066	0.428	3.712	1.237



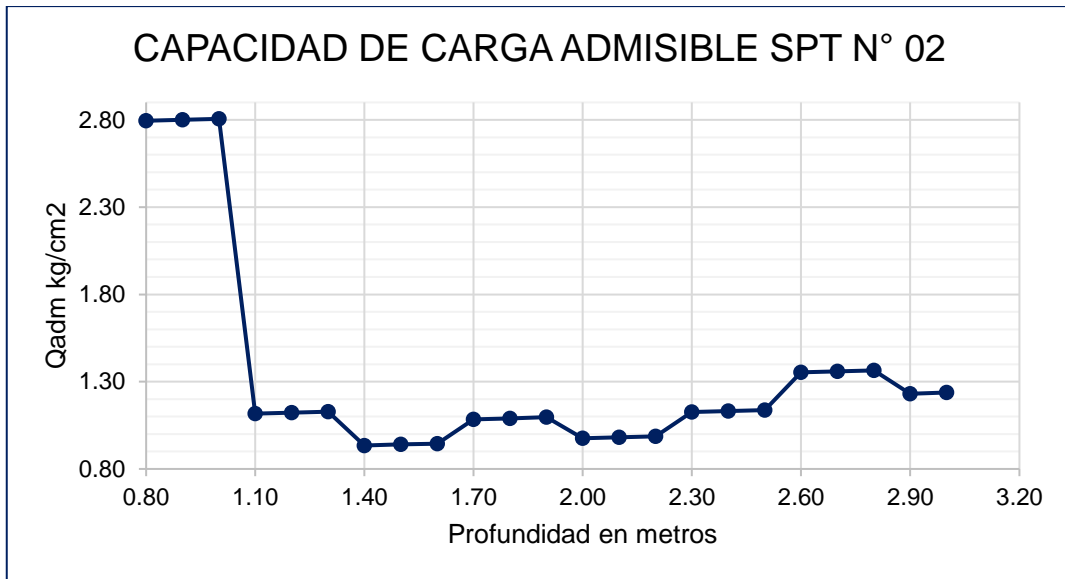


Figura 29. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 02  $q_u/2$

Tabla 33. Capacidad de carga SPT N° 03.

Df	Peso específico promedio		Cohesión $q_u / 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	$Q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		2061.00	0.00206100	0.824	6.271	2.090
0.90		2061.00	0.00206100	0.824	6.291	2.097
1.00		2061.00	0.00206100	0.824	6.312	2.104
1.10		2051.82	0.00205182	0.347	2.797	0.932
1.20		2051.82	0.00205182	0.347	2.817	0.939
1.30		2051.82	0.00205182	0.347	2.838	0.946
1.40		2006.26	0.00200626	0.296	2.474	0.825
1.50		2006.26	0.00200626	0.296	2.494	0.831
1.60		2006.26	0.00200626	0.296	2.514	0.838
1.70		1974.75	0.00197475	0.296	2.529	0.843
1.80		1974.75	0.00197475	0.296	2.549	0.850
1.90		1974.75	0.00197475	0.296	2.569	0.856
2.00		1963.72	0.00196372	0.318	2.749	0.916
2.10		1963.72	0.00196372	0.318	2.769	0.923

2.20	1963.72	0.00196372	0.318	2.788	0.929
2.30	1925.32	0.00192532	0.428	3.614	1.205
2.40	1925.32	0.00192532	0.428	3.634	1.211
2.50	1925.32	0.00192532	0.428	3.653	1.218
2.60	1944.18	0.00194418	0.375	3.284	1.095
2.70	1944.18	0.00194418	0.375	3.304	1.101
2.80	1944.18	0.00194418	0.375	3.323	1.108
2.90	1969.32	0.00196932	0.399	3.528	1.176
3.00	1969.32	0.00196932	0.399	3.547	1.182

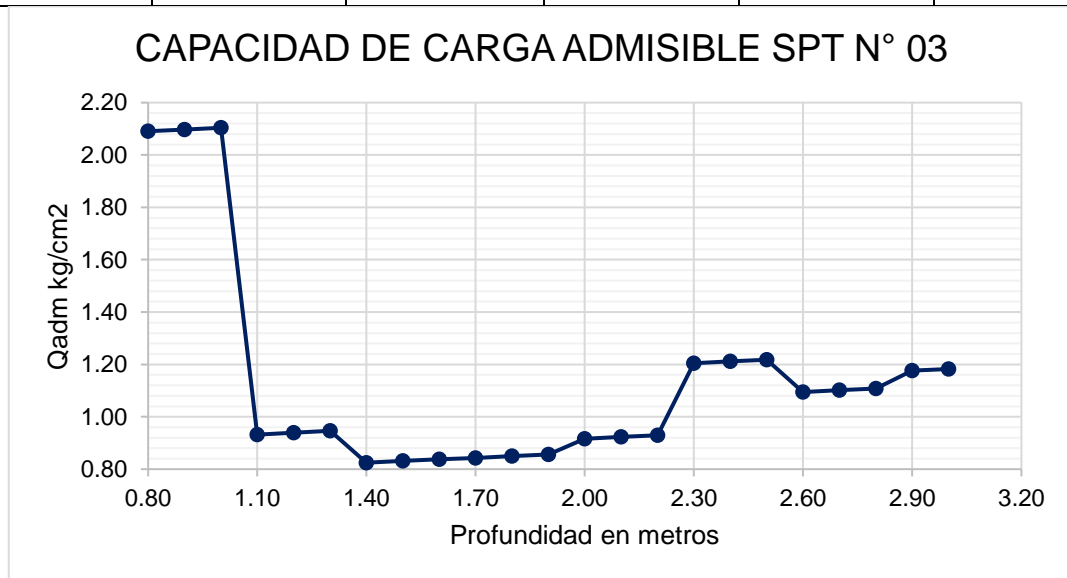


Figura 30. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 03  $q_u/2$

Tabla 34. Capacidad de carga SPT N° 04.

Df	Peso específico promedio		Cohesión $q_u / 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ecuación de Terzaghi Zapata cuadrada de 1.00 x 1.00 metros		
	Metros	Kg/m <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>	$Q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80		1937.71	0.00193771	1.156	8.721	2.907
0.90		1937.71	0.00193771	1.156	8.740	2.913
1.00		1937.71	0.00193771	1.156	8.760	2.920
1.10		1906.85	0.00190685	0.515	4.026	1.342
1.20		1906.85	0.00190685	0.515	4.045	1.348

1.30	1906.85	0.00190685	0.515	4.064	1.355
1.40	1910.31	0.00191031	0.319	2.631	0.877
1.50	1910.31	0.00191031	0.319	2.650	0.883
1.60	1910.31	0.00191031	0.319	2.669	0.890
1.70	1874.98	0.00187498	0.268	2.305	0.768
1.80	1874.98	0.00187498	0.268	2.323	0.774
1.90	1874.98	0.00187498	0.268	2.342	0.781
2.00	1843.77	0.00184377	0.428	3.540	1.180
2.10	1843.77	0.00184377	0.428	3.559	1.186
2.20	1843.77	0.00184377	0.428	3.577	1.192
2.30	1875.18	0.00187518	0.375	3.210	1.070
2.40	1875.18	0.00187518	0.375	3.229	1.076
2.50	1875.18	0.00187518	0.375	3.248	1.083
2.60	1910.78	0.00191078	0.399	3.453	1.151
2.70	1910.78	0.00191078	0.399	3.473	1.158
2.80	1910.78	0.00191078	0.399	3.492	1.164
2.90	1896.64	0.00189664	0.484	4.136	1.379
3.00	1896.64	0.00189664	0.484	4.155	1.385

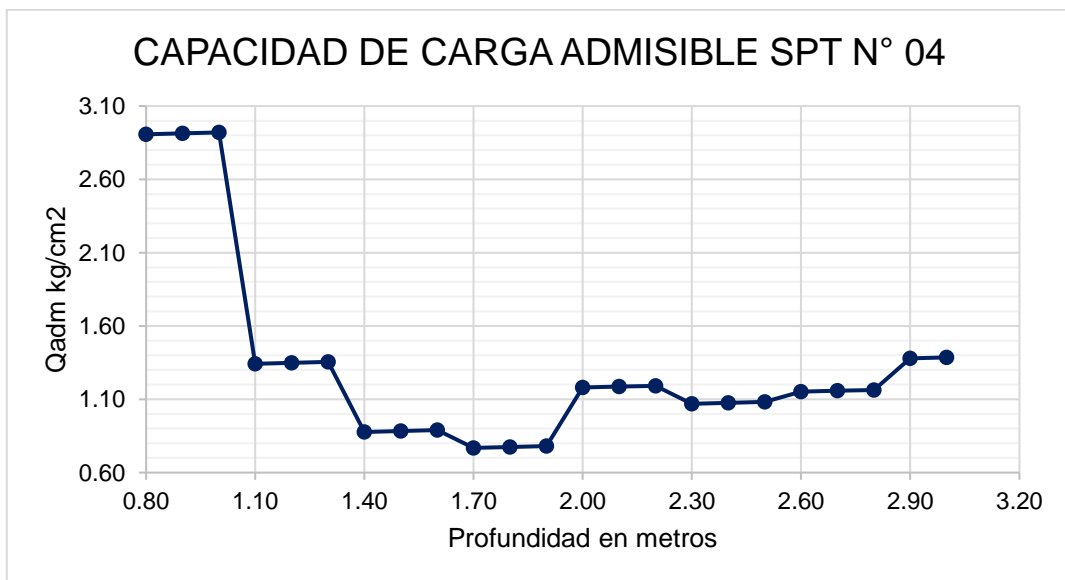


Figura 31. Capacidad de Carga Admisible Terzaghi SPT 04  $q_u/2$

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS

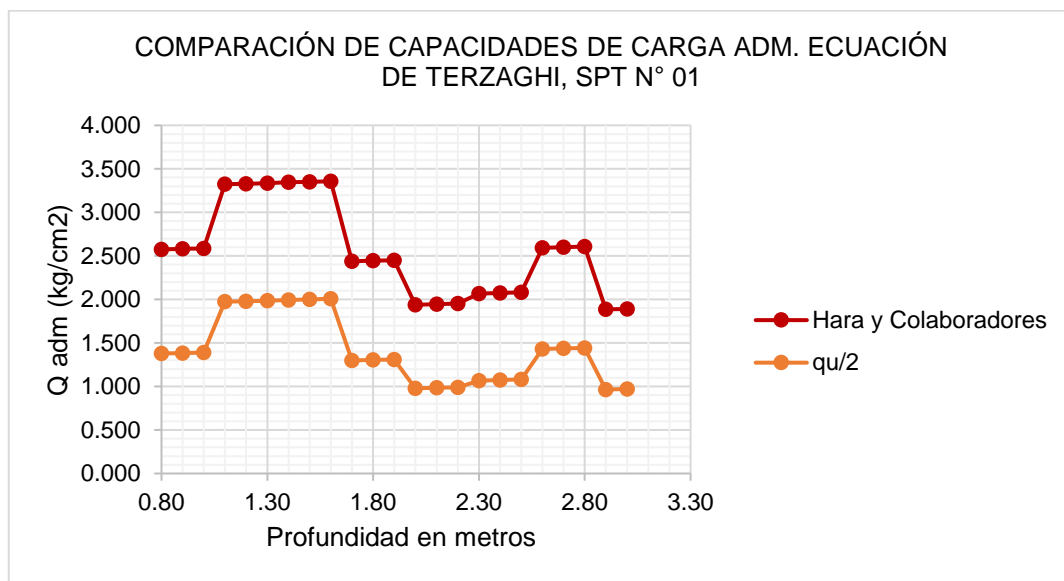


Figura 32. Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 01

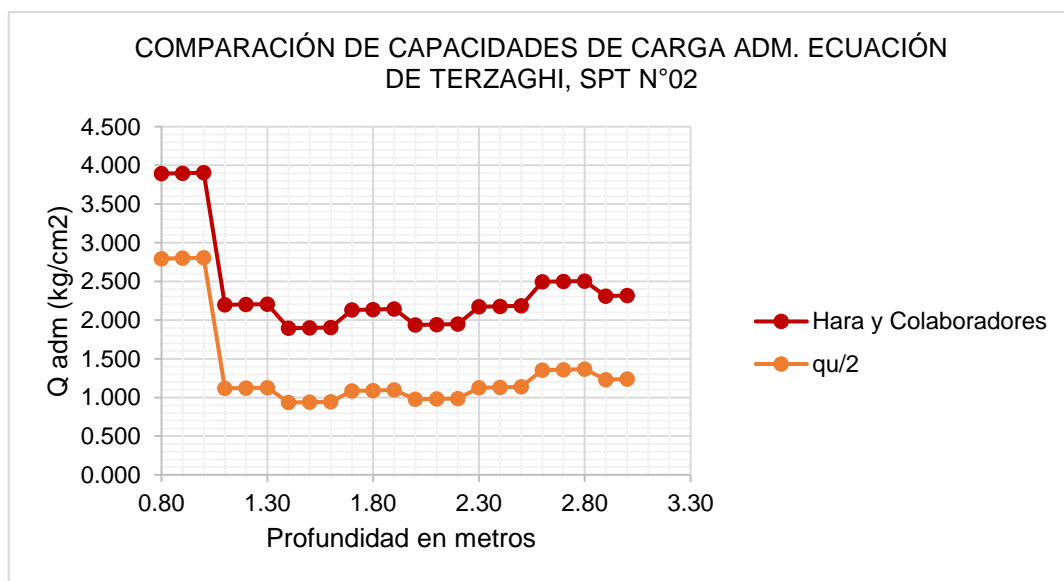


Figura 33. Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 02

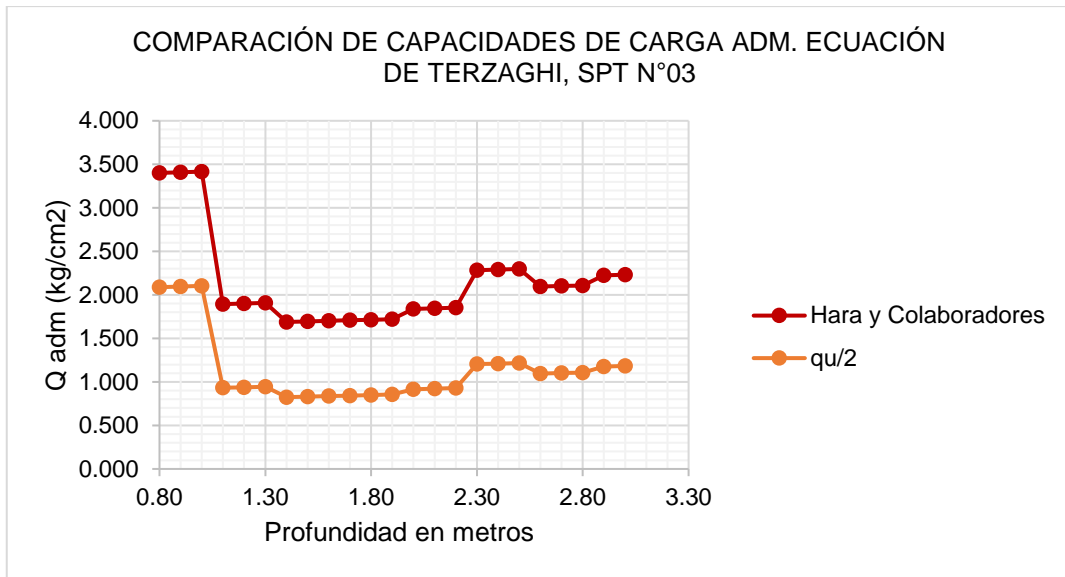


Figura 34. Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 03

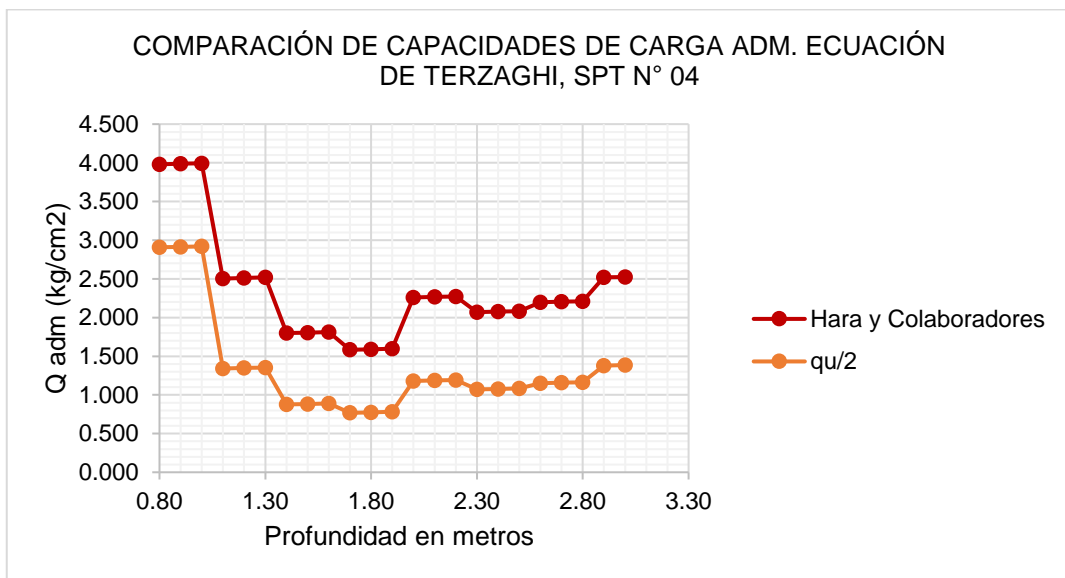


Figura 35. Comparación de Capacidad de Carga Terzaghi SPT 04

## **V. DISCUSIÓN**

- Según la normativa E050 (2018) establece que los puntos de exploración se deben distribuir de acuerdo con las características y dimensiones de los terrenos así como también la ubicación de las estructuras , la norma define un número de puntos de exploración en los cuales establece que para habilitaciones urbanas de Viviendas unifamiliares de hasta tres niveles se realicen tres puntos por hectárea de terreno que se vaya habilitar, en la presente tesis de investigación se encontraron variaciones en la capacidad portante del suelo en los 4 puntos de ensayo de SPT que se hizo en un área aproximada de cinco mil metros cuadrados aproximadamente media hectárea, en los cuales los puntos de exploración se tomaron a distancias cortas encontrándose variación en la estratigrafía y en la capacidad portante en función a la profundidad.
- Aplicando las teorías de capacidad de carga de Terzaghi y Meyerhof en el libro de Braja (2012) utilizando como modelo una zapata cuadrada de un metro cuadrado encontrándose que entre las dos ecuaciones presentan variaciones en los resultados, teniéndose que los resultados de la ecuación de capacidad de carga de Terzagui son más confiables y más conservadores para la toma de decisiones de la capacidad de carga de una cimentación.
- En la aplicación de la ecuación de Hara y otros (1971) para la determinación de la cohesión de los suelos cohesivos que se encontraron en la presente investigación y dividiendo la resistencia a la compresión simple de los resultados, se encontró que las cohesiones determinadas por estos dos métodos presentan diferencias, las cuales generan también variación en los resultados de la capacidad de carga para el dimensionamiento de una cimentación.

## **VI. CONCLUSIONES**

- El ensayo de penetración estándar determinó la capacidad portante en cuatro puntos de investigación encontrándose una estratigrafía muy variada de suelos cohesivos entre cada punto de investigación ejecutándose a una profundidad de 3m.

- Se determinó el número de penetración estándar y se correlacionó con la resistencia a la compresión simple encontrándose distintos tipos de suelo y variaciones en la resistencia a diferentes profundidades.
- Se obtuvo la resistencia al corte no drenado de los suelos cohesivos mediante la correlación del número de penetración estándar aplicando la ecuación de Hara y otros y también dividiendo la resistencia a la compresión simple entre 2 encontrándose diferencia en los resultados.
- Se realizó el cálculo de la capacidad de carga última aplicando las ecuaciones de capacidad de Carga de Terzagui y la ecuación general de Meyerhof encontrándose diferencias en los resultados de capacidad de soporte.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que los puntos de investigación para edificaciones y suelos de fundación se efectúen a distancias menores a la que establece la Norma E050 (2018), ya que entre puntos cercanos de exploración geotécnica pueden encontrarse variaciones en la estratigrafía del suelo y de la capacidad portante.
- Sería recomendable de que se realicen nuevas investigaciones para poder correlacionar la resistencia de los suelos según su clasificación SUCS, ya que las fórmulas correlativas solo generalizan al suelo en arenoso o cohesivo, pero no las distinguen según tipo y clasificación para poder determinarse los parámetros de resistencia del suelo.
- Complementar el ensayo de penetración estándar con ensayos de laboratorio que determinen los parámetros de resistencia del suelo como son la cohesión y ángulo de rozamiento y así estimar con mayor precisión el comportamiento del suelo y se tengan mejores resultados para la toma de decisiones en el predimensionamiento de cimentaciones, tanto superficiales como profundas aplicadas a cualquier edificación.
- Se debe prestar atención a los resultados que estiman las ecuaciones de capacidad de carga de distintos autores y así poder decidir cuál de los

resultados son más conservadores para cada tipo de suelo en general y así dimensionar con mayor seguridad un sistema de fundación.



## REFERENCIAS

- MENDOZA, Jorge. *Topografía Técnicas Modernas*. Lima: SEGRIN EIRL, 2012. p. 271. ISBN 978-612-00-0577-4.
- BRAJA M, Das. *Advanced Soil Mechanics*. 5<sup>a</sup> ed. United States: CRC Press, 2019. ISBN 978-0-8153-7913-3.
- BRAJA M, Das. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. 7<sup>ma</sup> ed. Mexico: Cengage Learning, 2012. ISBN: 987-607-481-823-9.
- NARANJO, Héctor y DRANICHNIKOV, Tatiana. Cálculo de capacidad portante basado en geofísica y método convencional, El caso del puente sobre el río Maicito. Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2012. 53 pp. ISBN UPS: 978-9978-10-127-8
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6<sup>a</sup>. ed. México: Mc Graw Hill Education, 2018. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- SANOMAMANI CATI, Maribel. *Determinación de los factores de reducción de la capacidad portante en suelos*. Tesis Diseño y Construcciones (Magister en Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2018.
- ASTM International (EE. UU). *Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. D1586-11, 2014*. United States: 2014. pp. 1 – 8.
- ASTM International (EE. UU). *Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. D2166-00*. United States 2000. pp. 1 – 6.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Muestreo de Suelos y Rocas*, MTC E 101. Lima: 2016. pp.14 - 19.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Conservación y Transporte de Muestras de Suelos*, MTC E 104. Lima: 2016. pp.28 - 35.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Análisis granulométrico de suelos por tamizado*, MTC E 107. Lima: 2016. pp.44 - 48.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Determinación del contenido de humedad de un suelo*, MTC E 108. Lima: 2016. pp.49 - 53.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Determinación del Límite líquido de los suelos*, MTC E 110. Lima: 2016. pp.67 - 71.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Determinación del Límite plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P)*, MTC E 111. Lima: 2016. pp.72 - 74.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Método de Ensayo de Penetración Estandar SPT*, MTC E 119. Lima: 2016. pp.145 - 150.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. *Compresión no confinada en muestras de suelos*, MTC E 121. Lima: 2016. pp.155 - 161.

INSTITUTO de la Construcción y Gerencia. Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima: 2018.

Derrumbe en Miami: qué se sabe sobre las posibles causas del colapso del edificio Champlain Tower South. En: BBC NEWS MUNDO.RTVE, presentado y dirigido por Ana María Roura, 29 de junio del 2021. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-57645913>

ALATA, Jair, ZEVILLANOS, Wilfredo, DURÁN, Gary. Correlación empírica entre la velocidad de onda de corte y el valor N del ensayo de penetración estándar en suelos arenosos de la ciudad de Juliaca – Perú, *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development “Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy”*: p.1,2020. ISSN: 2414-6390.

ASLAN S, Hokmabadi y BEHZAD, Fatahi. Influence of Foundation Type on Seismic Performance of Buildings Considering Soil – Structure Interaction. *World Scientific Publishing Company* [en línea]. Vol. 16,1550043. 13 de agosto 2015. Disponible en <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219455415500431>

BUILES, Manuel. Incidencia de la velocidad de aplicación de carga en la resistencia al corte no drenado de suelos residuales de Anfibolita en el Valle de San Nicolás, Antioquía (Colombia). *Revista EIA*. Vol. (11). pp. 89-97. Enero - junio, 2014. ISSN 1794-1237

CAPELLA, Ignasi y PALLÍ, Lluís. La Relació Entre el Valor N30 de L’SPT i la Resistència a la Compresió Simple. *SCIENTIA gerundensis*.2000, 24, pp.165 - 172.

ROGERS, David. Subsurface Exploration Using the Standard Penetration Test and the Cone Penetrometer Test. *The Geological Society of America, Environmental & Engineering Geoscience*. 2006, Vol. XII, N°2, pp. 161-179.

The standard penetration test (SPT): methods and use Construction Industry Research and Information Association 129pp. Clayton, C. 1995. 1995, pág. 129.

**Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, P. 2010.** *Metodología de la Investigación*. Mexico : McGRAW-HILL, 2010. págs. 170-177.

**Ñaupas, H., y otros. 2018.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis.* Bogotá Colombia : Ediciones de la U, 2018. págs. 250-251.

**Baena, G. 2017.** *Metodología de la Investigación Serie integral por Competencias.* México : Grupo Editorial Patria, 2017.

*"Predicting the bearing capacity of pile installed into cohesive soil concerning the spatial variability of SPT data (A case study)".* **Hong, D. y Nhu, T. 2021.** Vietnam : s.n., 2021, Specialized Journals.

**Martinez, G. y Romo, M. 2013.** 3D Bearing Capacity of Structured Cells Supported on Cohesive Soil:. *Ingeniería Investigación y Tecnología.* 2013.

**Clisse, A. 1973.** *CH 3 Cimentaciones superficiales; Capacidad de carga máxima.* 1973.

*Análisis comparativo en la estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo para diferentes tipos de cimentaciones superficiales, usando ecuaciones de cálculo y ensayo SPT según las características físico mecánicas del sector Tambocancha - Chinche.* **Poma, N. y Flores, W. 2020.** Cusco : s.n., 2020.

*Estudio de la capacidad portante de los suelos cohesivos para cimentaciones superficiales de la zona urbana del distrito de Rumizapa, provincia de Lamas, San Martín, Perú.* **Vergara, L. 2018.** San Martín : s.n., 2018, pág. 269.

**Geotecnia , F.** Ensayo de penetración estándar SPT (Standard Penetration Test). [En línea] <https://geotecniafacil.com/ensayo-de-penetracion-estandar-spt/>.

**Cortes, M. y Iglesias , M. 2004.** *Generalidades sobre Metodología.* 2004. págs. 12-14.

**Gonzalez, A.** *Metodología de la Investigación Científica I. Enfoque Teórico y Epistemológico II. Enfoque Práctico: Como formular Proyectos de Investigación III. Estadísticas de Análisis.* Bogotá : s.n., 2003. págs. 73-75.

*POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO.* **Lopez, P. 2008.** Cochabamba : s.n., 2008, Scientific Electronic Library Online.

**Escobar, A., y otros. 2018.** *Metodología de la Investigación Científica.* 2018. págs. 63-66.

**Baena, G. 2017.** *Metodología de la Investigación Serie integral por Competencias.* México : Grupo Editorial Patria, 2017.

*Estudio De Problemas Geotécnicos En Las Cimentaciones De Viviendas De La Urb. Santa Adriana De La Ciudad De Juliaca.* **Laura, M. 2020.** Juliaca : s.n., 2020.

*Determinación de los factores de reducción de la Capacidad portante en suelos.* **Sanomamani, C. 2019.** Juliaca : s.n., 2019.

**Torrijo, J. 2020.** Estudios Geotécnicos, geotecnia, reconocimientos, ensayos de laboratorio y mecánica de suelos en general. *El SPT : ensayo de penetración estándar.* [En línea] 13 de Abril de 2020. [Citado el: 1 de Mayo de 2021.] <https://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/el-spt-ensayo-de-penetracion-estandar/>.

*ESTUDIO DE RESULTADOS ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) PARA EL FACTOR DE CORRECCION (Cn) Y EL ANGULO DE FRICCION DEL SUELO USANDO DIFERENTES TIPOS DE CORRELACIONES.* **Carmona, E. 2014.** Bogota : s.n., Noviembre de 2014.

**Braja, D. 2012.** Fundamentos de Ingenieria Geotecnica. [aut. libro] DAS BRAJA. *Fundamentos de Ingenieria Geotecnica.* s.l. : Thomson, 2012.

**Braja, D. y Khaled, S. 2019.** *Principles of Geotechnical Engineering Ninth Edition .* Ninth Edition . United States of America : CENGAGE Learning, 2019. págs. 105-107.

**Hurtado, J. E. 2007.** Exploracion Geotecnica. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingenieria Civil Seccion de Post Grado.* [En línea] 15 de 03 de 2007. <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Exploracion%20Geotecnica.pdf>.

**Borselli, L. 2019.** *Geotecnia I Clasificación ingenieril de los Suelos y de los Macizos Rocosos.* Potosi : Universidad Autonoma de San Luis Potosi, 2019. pág. 77.

**Badillo , E. y Rodriguez, A. 1973.** *Mecanica de Suelos, Tomo I Fundamentos de la Mecanica de Suelos.* Mexico : Limusa, S.A., 1973.

**Badillo , E. y Rico, A. 2005.** *Mecanica de Suelos I "FUNDAMENTOS DE LAMECANICA DE SUELOS"*. Balderas : LIMUSA, S.A. DE C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES, 2005. págs. 152-157.

**Duque, g. 2016.** Clasificacion de Suelos. *Manual de Geologia para Ingenieros.* [En línea] 2016. [Citado el: 05 de mayo de 2021.] <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/clasificaciondesuelos.pdf>.

**Ceron , C. y Ramirez , A. 2020.** *Apuntes de Clase enfocados a la Ingenieria de Cimentaciones.* Bogota : s.n., 2020. págs. 48-66.

**Braja, D. 2016.** *Fundamentos de Ingenieria de Cimentaciones "Cimentaciones Superficiales Capacidad de carga ultima de Cimentaciones Superficiales casos especiales.* Mexico : CENGAGE, 2016. págs. 203-208.

## ANEXOS

### Anexo 01 Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿De qué manera el ensayo de penetración estándar determina la capacidad portante del suelo cohesivo en la ciudad de Juliaca 2021?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>1. ¿Cuál es el número de penetración estándar para determinar la resistencia a la compresión simple?</p> <p>2. ¿Cuál es la resistencia al corte no drenado del suelo arcilloso?</p> <p>3. ¿Cuál es la capacidad de carga última obtenida de las fórmulas de Terzaghi y Meyerhof?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Analizar si el ensayo de penetración estándar determina la capacidad portante en suelos cohesivos en la ciudad de Juliaca 2021</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>1. Determinar el número de penetración estándar y correlacionarlo con la resistencia a la compresión simple.</p> <p>2. Obtener la resistencia al corte no drenado de suelos arcillosos mediante la correlación del número de penetración estándar.</p> <p>3. Calcular la capacidad de carga admisible para una zapata promedio de un metro cuadrado</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b></p> <p>El ensayo de penetración estándar determina la capacidad portante del suelo cohesivo en la ciudad de Juliaca 2021</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <p>1. El número de penetración estándar establece la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos.</p> <p>2. Los autores Hara y Otros (1971) determinan la resistencia al corte no drenado a partir del número de penetración estándar con respecto a la presión atmosférica (BRAJA, 2012, p. 84).</p> <p>3. Las ecuaciones propuestas por Terzaghi y Meyerhof obtienen la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales.</p>	<p style="text-align: center;"><b>VI</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR</b></p> <p style="text-align: center;"><b>NTP 339.133</b></p>	<p>Físicas</p> <p>Mecánicas</p> <p>Tipo y clasificación del suelo</p> <p>Factores de Variación del número de golpes</p> <p>Capacidad de carga de cimentaciones</p>	<p>Peso específico Saturado</p> <p>Resistencia a la compresión simple del suelo, qu</p> <p>Resistencia al corte no drenado</p> <p>Granulometría</p> <p>Limite liquido</p> <p>Limite plástico</p> <p>Índice de plasticidad</p> <p>Tipo de martillo</p> <p>Diámetro de perforación</p> <p>Tipo de tomamuestras</p> <p>Longitud de barras</p> <p>Capacidad de carga de Terzaghi</p> <p>Capacidad de carga por presencia de nivel freático</p> <p>Ecuación general de capacidad de carga</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Intervalo</p> <p>Intervalo</p> <p>Intervalo</p> <p>Intervalo</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>	<p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Cuasi experimental</p> <p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Enfoque de la investigación</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Unidad de Análisis:</b></p> <p>Muestras alteradas de suelo</p> <p><b>Población:</b> Los suelos del centro poblado de Mucra I, distrito de San Miguel, provincia de San Román, departamento de Puno.</p> <p><b>Muestra:</b> 4 Puntos de sondeo de SPT.</p>
			<p style="text-align: center;"><b>VD</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO COHESIVO</b></p>				

## ANEXOS

### Anexo 02 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VI</b>  <b>ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR</b>  <b>NTP 339.133</b>	<p>Según la normativa (ASTM INTERNATIONAL, 2014) Es un procedimiento que nos permite evaluar las condiciones del subsuelo para el diseño de cimentaciones, introduciendo un muestreador de caña partida a una distancia determinada de 30cm después de un asentamiento de 15cm utilizando un martillo de 140 libras que cae de una altura de 76 centímetros con el objetivo de medir la resistencia del suelo y para la obtención de muestras representativas para la identificación de las propiedades geotécnicas del suelo para su estudio en laboratorio.</p> <p>Las muestras obtenidas con preclasificadas en campo para efectuar los diferentes ensayos de laboratorio registrándose el número de golpes y luego realizar la corrección de energía N60 según diferentes factores de corrección.</p> <p>El número de penetración estándar se ve afectado por factores como la eficiencia energética del martinete, el diámetro de perforación, el método de muestreo y la longitud de barra. (BRAJA M. DAS, 2012)</p>	<p>Para esta investigación se utilizará el muestreo de media caña que el autor (BRAJA M. DAS, 2012) en su libro titulado fundamentos de ingeniería de cimentaciones, nos menciona que los muestreadores de caña partida se pueden utilizar para obtener muestras representativas la cual consiste en una zapata de acero dividido longitudinalmente en dos y un acoplamiento en la parte superior, el muestreador se introduce por golpes registrándose el número de impactos para obtener el número de penetración estándar, luego se retira el muestreador recuperando del tubo la muestra de suelo para ser transportado a laboratorio.</p>	Físicas	Peso específico Saturado	Razón
			Mecánicas	Resistencia a la compresión simple del suelo, $q_u$	Razón
				Resistencia al corte no drenado	
			Tipo y clasificación del suelo	Granulometría	
				Límite líquido	
				Límite plástico	
				Índice de plasticidad	
			Factores de Variación del número de golpes	Tipo de martillo	Intervalo
				Diámetro de perforación	Intervalo
				Tipo de tomamuestras	Intervalo
Longitud de barras	Intervalo				
<b>VD</b>  <b>CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO COHESIVO</b>	<p>la normativa E050 (2018), define la capacidad de carga a la presión requerida para producir una falla del suelo por corte que sirve de apoyo a la cimentación sin considerar un coeficiente de seguridad.</p> <p>La capacidad de carga final lo define como el peso por área de cimentación a la que ocurre la falla cortante en un suelo se le denomina capacidad de carga última (E050, 2018).</p>	<p>La capacidad portante que se evaluará será aplicada a cimentaciones superficiales como el autor Braja (2012), en su libro titulado "fundamentos de ingeniería de cimentaciones" define que para que las cimentaciones superficiales deben tener un desempeño satisfactorio siendo seguras contra la falla general por corte del suelo y no deben experimentar un asentamiento excesivo.</p>	Capacidad de carga de terzaghi	Razón	
			Capacidad de carga por presencia de nivel freático		
			Ecuación general de capacidad de carga		



# ANEXOS

## PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR ASTM D 1586-II

Proyecto: "Análisis de la capacidad portante de Suelos cohesivos aplicando el ensayo de penetración Estándar y compresión uniaxial no confinada en Juliaca 2021"										
Proyecto N°: 01					Perforación N°: SPT - N° 01					
Localización "LA Colima" - Sara Huera I - San Miguel - Juliaca - Puno					Hoja: 01 de: 01					
Fecha de Inicio: 11 de Agosto del 2021					Tamaño de Perforador: 70 cm					
Fecha de Término: 11 de Agosto del 2021					Localización de Perforación: 191 376435 - UTM 8294333					
					Elevación: 3827 m.s.n.m.					
Profundidad de los Estratos (metros)		Descripción y observaciones del suelo	Tipo Ejemplo	No	Profundidad		Recuperación	Valores - N		
De	a				De	a		15cm	15cm	15cm
0.00	0.15	Suelo Arenoso			0.15		0.00	5		
0.15	0.30					0.25			4	
0.30	0.45	Suelo Arcilloso			0.25	0.40			4	
0.45	0.60				0.40				3	
0.60	0.75						0.75		6	
0.75	0.90	Suelo Arcilloso							9	
0.90	1.05								10	
1.05	1.20	color oscuro							13	
1.20	1.35								14	
1.35	1.50								13	
1.50	1.65								14	
1.65	1.80						1.80		12	
1.80	1.95					1.95			5	
1.95	2.10				1.95				5	
2.10	2.25	Suelo Arcilloso							6	
2.25	2.40								6	
2.40	2.55	Color café							7	
2.55	2.70								9	
2.70	2.85						2.85		9	
2.85	3.00					3.00			9	
3.00	3.15				3.00				6	
3.15	3.30	Suelo Arcilloso							5	
3.30	3.45								6	
3.45	3.60	Color café							6	
3.60	3.75								6	
3.75	3.90					3.90	3.90		5	
3.90	4.05									
4.05	4.20									
4.20	4.35									
4.35	4.50									
4.50	4.65									
4.65	4.80									
4.80	4.95									
4.95	5.10									
5.10	5.25									
5.25	5.40									

Tipo de Perforación: Ensayo de Penetración Estándar	
Método de Perforación:	Tiempo:
Barrena:	Tamaño sin Perforación hrs:
Lavado:	Agua:
Lodo:	Diseño de perforación:
Tipo de Martillo:	Transporte de agua:
Automático:	Nivel de agua:
Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Fecha:
Tipo de Muestreador Partido:	@
Largo: 70 cm	Revestimiento Usado: Sin Revestimiento
Tamaño de Perforador: $\phi = 51.8mm$	Bit Utilizado:
Tamaño de Carcasa: $\phi i = 35.01mm$	Largo:
Profundidad de Cavidad:	@
Fecha:	Fecha:



# ANEXOS

## PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR ASTM D 1586-II

Proyecto: "Análisis de la capacidad portante de Suelos cohesivos aplicando el ensayo de penetración estándar y compresión uniaxial no confinada en Juliaca 2021"										
Proyecto N°: 02			Perforación N°: SPT - N° 02							
Localización "LA COLINA" - Sara Mucra I - San Miguel - Juliaca - Are. Hoja: 01 de: 01						Localización de Perforación:				
Fecha de Inicio: 11 de Agosto 2021			Tamaño de Perforador: 70 cm		Localización de Perforación: 19L 376506 ; UTM 8294367					
Fecha de Término: 14 de Agosto 2021			Elevación: 3827 m.s.n.m							
Profundidad de los Estratos (metros)		Descripción y observaciones del suelo	Tipo Ejemplo	No	Profundidad			Valores - N		
De	a				De	a	Recuperación	15cm	15cm	15cm
0.00	0.15	Suelo Arcilloso			0.15	0.15		5		
0.15	0.30							10		
0.30	0.45							9		
0.45	0.60	Suelo Arcilloso con Presencia de Limo						12		
0.60	0.75							14		
0.75	0.90							16		
0.90	1.05					1.05	1.05		18	
1.05	1.20	Suelo Arcilloso con Presencia de Limo.						8		
1.20	1.35							7		
1.35	1.50							6		
1.50	1.65	Suelo Arcilloso						6		
1.65	1.80							7		
1.80	1.95							7		
1.95	2.10	Suelo Arcilloso				2.10	2.10		6	
2.10	2.25					2.10	2.10		6	
2.25	2.40								7	
2.40	2.55								7	
2.55	2.70	Suelo Arcilloso							8	
2.70	2.85								9	
2.85	3.00					3.00	3.00		6	
3.00	3.15									
3.15	3.30									
3.30	3.45									
3.45	3.60									
3.60	3.75									
3.75	3.90									
3.90	4.05									
4.05	4.20									
4.20	4.35									
4.35	4.50									
4.50	4.65									
4.65	4.80									
4.80	4.95									
4.95	5.10									
5.10	5.25									
5.25	5.40									

Tipo de Perforación: <u>Ensayo de Penetración Estándar</u>												
Método de Perforación:			Tiempo:									
Barrera:		Tamaño:		Lodo:			Diseño de perforación:			Movimiento:		
Lavado:		Agua:		Transporte de agua:			Apoyo:			Nivel de agua:		
Tipo de Martillo:		Manual: <input checked="" type="checkbox"/>		Fecha:			Fecha:			Fecha:		
Tipo de Muestreador Partido:		Revestimiento Usado: <u>sin Revestimiento</u>			Fecha:			Fecha:			Fecha:	
Largo: <u>70cm</u>		Bit Utilizado:		Profundidad de Cavidad:			Fecha:			Fecha:		
Tamaño de Carcasa: <u>Øj = 38.0mm</u>		Largo:		Fecha:			Fecha:			Fecha:		

# ANEXOS

## PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR ASTM D 1586-II

**Proyecto:** "Análisis de la capacidad portante de Suelos cohesivos aplicando el ensayo de Penetración Estándar y compresión uniaxial en Juliaca 2021"  
**Proyecto N°:** 03      **Perforación N°:** SPT - N° 03  
**Localización:** "LA COLIENA" - SARA HUACRAI - SAN NIZOQUEL - JULIACA - PUNO      **Hoja:** 01      **de:** 01  
**Fecha de Inicio:** 12 Agosto del 2014      **Tamaño de Perforador:** 70 cm      **Localización de Perforación:** AL 37 6543 UTA 52 94393  
**Fecha de Término:** 17 Agosto del 2014      **Elevación:** 3827 m.s.n.m

Profundidad de los Estratos (metros)		Descripción y observaciones del suelo	Tipo Ejemplo	No	Profundidad		Recuperación	Valores - N		
De	a				De	a		15cm	15cm	15cm
0.00	0.15	Suelo Arcilloso			0.15		0.15	13		
0.15	0.30				0.27			13		
0.30	0.45				0.27			11		
0.45	0.60	Suelo Limoso						10		
0.60	0.75				0.72			14		
0.75	0.90	Suelo Arcilloso			0.72			13		
0.90	1.05				1.05	1.05		15		
1.05	1.20				1.05		1.05	6		
1.20	1.35	Suelo limoso						6		
1.35	1.50							6		
1.50	1.65							4		
1.65	1.80				1.72			5		
1.80	1.95	Suelo Arcilloso			1.72			5		
1.95	2.10				2.10	2.10		5		
2.10	2.25				2.10		2.10	6		
2.25	2.40	Suelo Arcilloso						7		
2.40	2.55							8		
2.55	2.70							7		
2.70	2.85							6		
2.85	3.00					3.00	3.00		8	
3.00	3.15									
3.15	3.30									
3.30	3.45									
3.45	3.60									
3.60	3.75									
3.75	3.90									
3.90	4.05									
4.05	4.20									
4.20	4.35									
4.35	4.50									
4.50	4.65									
4.65	4.80									
4.80	4.95									
4.95	5.10									
5.10	5.25									
5.25	5.40									

**Tipo de Perforación:** Ensayo de Penetración Estándar  
**Método de Perforación:** \_\_\_\_\_ **Tiempo:** \_\_\_\_\_  
**Barrena:** \_\_\_\_\_ **Tamaño:** \_\_\_\_\_ **Tiempo sin Perforación hrs:** \_\_\_\_\_  
**Lavado:** \_\_\_\_\_ **Agua:** \_\_\_\_\_ **Lodo:** \_\_\_\_\_ **Diseño de perforación:** \_\_\_\_\_ **Movimiento:** \_\_\_\_\_  
**Tipo de Martillo:** \_\_\_\_\_ **Transporte de agua:** \_\_\_\_\_ **Apoyo:** \_\_\_\_\_  
**Automatico:** \_\_\_\_\_ **Manual:**  **Nivel de agua:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_  
**Tipo de Muestreador Partido:** \_\_\_\_\_ **@** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_  
**Largo:** 70 cm **Revestimiento Usado:** Sim. **Profundidad de Cavidad:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_  
**Tamaño de Perforador:** de: 51.8 mm **Bit Utilizado:** \_\_\_\_\_ **Profundidad de Cavidad:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_  
**Tamaño de Carcasa:** di = 35.01 mm **Largo:** \_\_\_\_\_ **Profundidad de Cavidad:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Fuente: (ASTM D1586-11 "Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and split-Barrel Sampling of Soils", 2014, pag. 8)

# ANEXOS

## PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR ASTM D 1586-II

**Proyecto:** *Análisis de la capacidad portante de Suelos Cohesivos aplicando el ensayo de penetración estándar y compresión uniaxial No confinada en Juliaca 2021*

**Proyecto N°:** *04*      **Perforación N°:** *SPT - 1004*

**Localización:** *"LA CAJINA" - Saro Hueraiz - San Miguel - Juliaca - Puno*      **Hoja:** *01*      **de:** *01*

**Fecha de Inicio:** *12 de Agosto 2021*      **Tamaño de Perforador:** *70 cm*      **Localización de Perforación:** *142376616 - UTM - 8294416*

**Fecha de Término:** *12 de Agosto 2021*      **Elevación:** *3827 m.s.n.m*

Profundidad de los Estratos (metros)		Descripción y observaciones del suelo	Tipo Ejemplo	No	Profundidad		Recuperación	Valores - N		
De	a				De	a		15cm	15cm	15cm
0.00	0.15				0.00		0.00	5		
0.15	0.30	<i>huelo</i>							8	
0.30	0.45								13	
0.45	0.60	<i>Arillosos</i>							15	
0.60	0.75								13	
0.75	0.90								18	
0.90	1.05					1.05	1.05		17	
1.05	1.20				1.05		1.05	11		
1.20	1.35	<i>huelo</i>							7	
1.35	1.50								6	
1.50	1.65	<i>Limoso</i>							5	
1.65	1.80					1.80			4	
1.80	1.95	<i>huelo Arillosos</i>			1.80				5	
1.95	2.10						2.10		7	
2.10	2.25						2.10	8		
2.25	2.40								7	
2.40	2.55	<i>huelo Arillosos</i>							6	
2.55	2.70								6	
2.70	2.85								8	
2.85	3.00					3.00	3.00		9	
3.00	3.15									
3.15	3.30									
3.30	3.45									
3.45	3.60									
3.60	3.75									
3.75	3.90									
3.90	4.05									
4.05	4.20									
4.20	4.35									
4.35	4.50									
4.50	4.65									
4.65	4.80									
4.80	4.95									
4.95	5.10									
5.10	5.25									
5.25	5.40									

**Tipo de Perforación:** *Ensayos de Penetración Estándar*

**Método de Perforación:** \_\_\_\_\_ **Tiempo:** \_\_\_\_\_

**Barrena:** \_\_\_\_\_ **Tamaño:** \_\_\_\_\_ **Tiempo sin Perforación hrs:** \_\_\_\_\_

**Lavado:** \_\_\_\_\_ **Agua:** \_\_\_\_\_ **Lodo:** \_\_\_\_\_ **Diseño de perforación:** \_\_\_\_\_ **Movimiento:** \_\_\_\_\_

**Tipo de Martillo:** \_\_\_\_\_ **Transporte de agua:** \_\_\_\_\_ **Apoyo:** \_\_\_\_\_

**Automatico:** \_\_\_\_\_ **Manual:**  **Nivel de agua:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Tipo de Muestreador Partido:** \_\_\_\_\_ **@** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Largo:** *70 cm* **Revestimiento Usado:** *sin Revestimiento* **@** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Tamaño de Perforador:** *Ø = 51.8 mm* **Bit Utilizado:** \_\_\_\_\_ **Profundidad de Cavidad:** \_\_\_\_\_

**Tamaño de Carcasa:** *Ø i = 35.01 mm* **Largo:** \_\_\_\_\_ **@** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

## ANEXOS

### Anexo 04: Tablas de factores de corrección para en número de golpes.

Corrección por la relación de energía del martillo

<b>ENERGÍA DEL MARTILLO</b>			
<b>País</b>	<b>Tipo de martinete</b>	<b>Liberación del Martinete</b>	<b><i>nh</i> (%)</b>
<b>Japón</b>	<b>Toroide</b>	<b>Caída Libre</b>	<b>78</b>
	<b>Toroide</b>	<b>Cuerda y Polea</b>	<b>67</b>
<b>Estados Unidos</b>	<b>De seguridad</b>	<b>Cuerda Y Polea</b>	<b>60</b>
	<b>Toroide</b>	<b>Cuerda y Polea</b>	<b>45</b>
<b>Argentina</b>	<b>Toroide</b>	<b>Cuerda y Polea</b>	<b>45</b>
	<b>Toroide</b>	<b>Caída Libre</b>	<b>60</b>
<b>China</b>	<b>Toroide</b>	<b>Cuerda y Polea</b>	<b>50</b>

**FUENTE: (BRAJA, 2012)**

*Corrección por diámetro de perforación*

<b>Diámetro mm</b>	<b><i>nb</i></b>
<b>60 – 120 mm</b>	<b>1.00</b>
<b>150</b>	<b>1.05</b>
<b>200</b>	<b>1.15</b>

**FUENTE: (BRAJA, 2012)**

ANEXOS

**Tabla 1 Corrección por el tipo de muestreador**

<b>Variable</b>	<b>ns</b>
<b>Muestreador estándar</b>	<b>1.00</b>
<b>Con Recubrimiento para Arena y arcilla densas</b>	<b>0.80</b>
<b>Con recubrimiento para arena suelta</b>	<b>0.90</b>

**FUENTE: (BRAJA, 2012)**

*Corrección por longitud de barras*

<b>Longitud de barras en metros</b>	<b>nr</b>
<b>&gt; 10</b>	<b>1.00</b>
<b>6 – 10</b>	<b>0.95</b>
<b>4 – 6</b>	<b>0.85</b>
<b>0 – 4</b>	<b>0.75</b>

**FUENTE: (BRAJA, 2012)**

**Anexo 05 tabla de presiones atmosféricas.**

*Relación Altitud - Presión Atmosférica*

Altitud sobre el nivel del mar	Presión atmosférica		Altitud sobre el nivel del mar	Presión atmosférica	
	mmHg	mbar		mmHg	mbar
0	760	1013.25	2500	560	746.61
100	751	1001.25	2600	553	737.27
200	742	989.25	2700	546	727.94
300	733	977.25	2800	539	718.61
400	725	966.59	2900	532	709.28
500	716	954.59	3000	526	701.28
600	707	942.59	3100	519	691.94
700	699	931.92	3200	512	682.61
800	690	919.92	3300	506	674.61
900	682	909.26	3400	500	666.61

## ANEXOS

1000	674	898.59	3500	493	657.28
1100	666	887.93	3600	487	649.28
1200	658	877.26	3700	481	641.28
1300	650	866.60	3800	474	631.95
1400	642	855.93	3900	468	623.95
1500	634	845.26	4000	462	615.95
1600	626	834.60	4100	456	607.95
1700	618	823.93	4200	450	599.95
1800	611	814.60	4300	444	591.95
1900	604	805.27	4400	439	585.29
2000	59	794.60	4500	433	577.29
2100	589	785.27	4600	427	569.29
2200	581	774.60	4700	422	562.62
2300	574	765.27	4800	416	554.62
2400	567	755.94	4900	410	546.62
2500	560	746.61	5000	405	539.96

Fuente: MENDOZA, Jorge. *Topografía Técnicas Modernas*. Lima: SEGRIN EIRL, 2012. p. 271. ISBN 978-612-00-0577-4.

### Anexo 05 Datos para peso específico saturado de suelos.

Numero de Golpes	Descripción del material	Peso específico Saturado en Kg/m <sup>3</sup>
0 – 2	Muy blando	1600
2 – 4	Blando	1600 – 1800
4 – 8	Medio	1750 – 2100
8 – 16	Duro	1800 – 2200
16 – 32	Muy duro	1950 – 2200

Fuente: Según Peck, Hanson y Thornburn, *Foundation Engineering* (2<sup>nd</sup> edition, 1974) y Joseph Bowles, *Foundation analysis and design*

### *Gravedad específica de algunos suelos*

<b>Gravedad Específica de Algunos Suelos</b>	
<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>Gs</b>
<b>Arena de Cuarzo</b>	<b>2.64 – 2.66</b>
<b>Limo</b>	<b>2.67 – 2.73</b>
<b>Arcilla</b>	<b>2.70 – 2.90</b>







ANEXOS

Pesos específicos SPT N° 02

Profundidad		SUCS	N60	Ysat	Gs	e	w%	Yw	Y	Yd
De	a			kg/m3				kg/m3		
0.15	0.20	CL	10.69	1934.50	2.80	0.926	12.68	1000.00	1637.99	1453.67
0.20	0.25									
0.25	0.30									
0.30	0.35									
0.35	0.40									
0.40	0.45									
0.45	0.50	CL-ML	16.31	1954.84	2.80	0.885	12.56	1000.00	1671.86	1485.31
0.50	0.55									
0.55	0.60									
0.60	0.65									
0.65	0.70									
0.70	0.75									
0.75	0.80	CL-ML	19.13	1998.75	2.75	0.752	12.56	1000.00	1766.59	1569.46
0.80	0.85									
0.85	0.90									
0.90	0.95									
0.95	1.00									
1.00	1.05									
1.05	1.10	CL-ML	8.44	1822	2.75	1.129	12.56	1000.00	1453.95	1291.71
1.10	1.15									
1.15	1.20									
1.20	1.25									
1.25	1.30									
1.30	1.35									
1.35	1.40	CL	6.75	1990.62	2.75	0.767	12.56	1000.00	1752.21	1556.69
1.40	1.45									
1.45	1.50									
1.50	1.55									
1.55	1.60									
1.60	1.65									
1.65	1.70	CL	7.88	2089.5	2.80	0.652	28.37	1000.00	2175.59	1694.78
1.70	1.75									
1.75	1.80									
1.80	1.85									
1.85	1.90									
1.90	1.95									
1.95	2.00	CL	6.75	1990.62	2.80	0.817	28.37	1000.00	1978.14	1540.96
2.00	2.05									
2.05	2.10									
2.10	2.15									



## ANEXOS

1.20	1.25	CH									
1.25	1.30										
1.30	1.35										
1.35	1.40										
1.40	1.45										
1.45	1.50			5.63	1892.63	2.70	0.904	28.66	1000.00	1824.02	1417.71
1.50	1.55										
1.55	1.60										
1.60	1.65										
1.65	1.70										
1.70	1.75										
1.75	1.80			5.63	1892.63	2.75	0.960	29.55	1000.00	1817.20	1402.70
1.80	1.85										
1.85	1.90										
1.90	1.95										
1.95	2.00										
2.00	2.05										
2.05	2.10										
2.10	2.15			6.19	1941.63	2.80	0.912	29.55	1000.00	1897.59	1464.76
2.15	2.20										
2.20	2.25										
2.25	2.30										
2.30	2.35										
2.35	2.40			8.44	1822	2.80	1.190	29.55	1000.00	1656.51	1278.67
2.40	2.45										
2.45	2.50										
2.50	2.55										
2.55	2.60										
2.60	2.65										
2.65	2.70										
2.70	2.75		7.31	2039.62	2.80	0.731	29.55	1000.00	2095.07	1617.19	
2.75	2.80										
2.80	2.85										
2.85	2.90										
2.90	2.95										
2.95	3.00		7.88	2089.5	2.80	0.652	29.55	1000.00	2195.58	1694.78	

### *pesos específicos suelos SPT N° 04*

Profundidad		SUCS	N60	Ysat	Gs	e	w%	Yw	Y	Yd
De	a			kg/m3				kg/m3		
0.15	0.20	CH	11.81	1990.50	2.80	0.817	12.58	1000.00	1734.61	1540.78
0.20	0.25									

# ANEXOS

0.25	0.30							
0.30	0.35							
0.35	0.40							
0.40	0.45							
0.45	0.50							
0.50	0.55							
0.55	0.60							
0.60	0.65							
0.65	0.70							
0.70	0.75							
0.75	0.80							
0.80	0.85							
0.85	0.90							
0.90	0.95							
0.95	1.00							
1.00	1.05							
1.05	1.10							
1.10	1.15							
1.15	1.20							
1.20	1.25							
1.25	1.30							
1.30	1.35							
1.35	1.40							
1.40	1.45							
1.45	1.50	ML						
1.50	1.55							
1.55	1.60							
1.60	1.65							
1.65	1.70							
1.70	1.75							
1.75	1.80							
1.80	1.85							
1.85	1.90							
1.90	1.95							
1.95	2.00							
2.00	2.05							
2.05	2.10	CL						
2.10	2.15							
2.15	2.20							
2.20	2.25							
2.25	2.30							
2.30	2.35							
2.35	2.40							
2.40	2.45							

## ANEXOS

2.45	2.50								
2.50	2.55								
2.55	2.60								
2.60	2.65								
2.65	2.70	7.88	2089.5	2.80	0.652	29.55	1000.00	2195.58	1694.78
2.70	2.75								
2.75	2.80								
2.80	2.85								
2.85	2.90								
2.90	2.95	9.56	1878.00	2.80	1.050	29.55	1000.00	1769.37	1365.78
2.95	3.00								

### Anexo 07 Factores para la ecuación general de la capacidad de carga.

**Factores de forma:**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \emptyset$$

$$F_{ys} = 1 - 0.4 * \frac{B}{L}$$

**Factores de Profundidad:**

**Condición (a):**  $\frac{D_f}{B} \leq 1$

$$\emptyset = 0$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\emptyset > 0$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan(\emptyset)}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \emptyset (1 - \text{sen} \emptyset)^2 * \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

## ANEXOS

**Condición (b):**  $\frac{D_f}{B} > 1$

$$\emptyset = 0$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\emptyset > 0$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan(\emptyset)}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \emptyset (1 - \text{sen} \emptyset)^2 * \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

**Factores de Inclinación:**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^0}{90^0} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta^0}{\emptyset} \right)^2$$

$\beta^0$  = Ángulo de inclinación de la carga con respecto a la vertical.

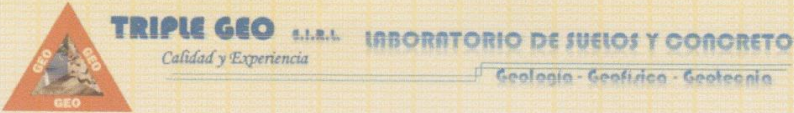
**Tabla 2** Factores de capacidad de carga (Meyerhof) para un ángulo de fricción igual a cero

$\emptyset$	Nc	Nq	Ny
0	5.14	1.00	0.00

# ANEXOS

## Anexo 08 Resultados de laboratorio.

### CONTENIDO DE HUMEDAD:



**TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Calidad y Experiencia  
Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER FLORES ALCAZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.25 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

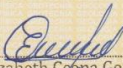
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	327.90
SUELO SECO + TARRO	gr	316.67
PESO DEL TARRO	gr	64.74
PESO DEL AGUA	gr	11.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	251.93
HUMEDAD %	%	4.46


**LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARRO N°		C	D		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.39	41.73		
SUELO SECO + TARRO	gr	36.67	39.49		
PESO DEL TARRO	gr	25.47	24.53		
PESO DEL AGUA	gr	1.72	2.24		
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.20	14.96		
HUMEDAD %	%	15.36	14.97		
N° DE GOLPES		12	12		

<b>LÍMITE LIQUIDO %</b> :	<b>13.88</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b> :	<b>NP</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b> :	<b>NP</b>		

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Coopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIF 121350



; RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 2 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.25 - 0.40 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	205.36
SUELO SECO + TARRO	gr	189.97
PESO DEL TARRO	gr	65.05
PESO DEL AGUA	gr	15.39
PESO DEL SUELO SECO	gr	124.92
HUMEDAD %	%	12.32

## LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		F	E	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.97	37.22	17.51	17.32
SUELO SECO + TARRO	gr	37.80	34.47	16.53	16.36
PESO DEL TARRO	gr	25.20	23.48	10.85	10.75
PESO DEL AGUA	gr	3.17	2.75	0.98	0.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.60	10.99	5.68	5.61
HUMEDAD %	%	25.16	25.02	17.25	17.11
N° DE GOLPES		23	23		
<b>LÍMITE LIQUIDO %</b> :		<b>24.84</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b> :		<b>17.18</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b> :		<b>07.66</b>			

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 3 NF- NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.40 - 1.95 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	305.24
SUELO SECO + TARRO	gr	262.12
PESO DEL TARRO	gr	63.44
PESO DEL AGUA	gr	43.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	198.68
HUMEDAD %	%	21.70

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		H	I	H	I
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.23	36.94	17.14	15.93
SUELO SECO + TARRO	gr	32.43	32.78	15.86	14.97
PESO DEL TARRO	gr	23.35	24.80	10.50	10.95
PESO DEL AGUA	gr	4.80	4.16	1.28	0.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.08	7.98	5.36	4.02
HUMEDAD %	%	52.86	52.13	23.88	23.88
N° DE GOLPES		25	25		

**LÍMITE LÍQUIDO % : 52.50      LÍMITE PLÁSTICO % : 23.88**

**ÍNDICE PLÁSTICO % : 28.62**

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccoya Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 4 **NF: NO PRESENTA**  
**PROFUNDIDAD** : 1.95 - 2.30  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	264.31
SUELO SECO + TARRO	gr	225.72
PESO DEL TARRO	gr	64.66
PESO DEL AGUA	gr	38.59
PESO DEL SUELO SECO	gr	161.06
HUMEDAD %	%	23.96

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		G	J	G	I
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.14	36.55	16.59	16.88
SUELO SECO + TARRO	gr	35.18	33.21	15.55	15.93
PESO DEL TARRO	gr	24.57	24.29	10.21	10.98
PESO DEL AGUA	gr	3.96	3.34	1.04	0.95
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.61	8.92	5.34	4.95
HUMEDAD %	%	37.32	37.44	19.48	19.19
N° DE GOLPES		22	22		

**LÍMITE LÍQUIDO %** : 36.81      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 19.33

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 17.48

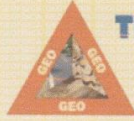
LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes



*Elizabeth C. Gordillo*  
 Elizabeth C. Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO**

S.R.L.

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Calidad y Experiencia

Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333

**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 5 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 2.30 - 2.63 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	271.55
SUELO SECO + TARRO	gr	232.68
PESO DEL TARRO	gr	66.69
PESO DEL AGUA	gr	38.87
PESO DEL SUELO SECO	gr	165.99
HUMEDAD %	%	23.42

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	K	L	K	L	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.71	38.12	17.79	17.29
SUELO SECO + TARRO	gr	32.27	33.91	16.64	16.16
PESO DEL TARRO	gr	23.54	23.25	10.92	10.80
PESO DEL AGUA	gr	3.44	4.21	1.15	1.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.73	10.66	5.72	5.36
HUMEDAD %	%	39.40	39.49	20.10	21.08
N° DE GOLPES		24	24		
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>		<b>39.25</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>		<b>20.59</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>		<b>18.66</b>			

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



*Elizabeth*  
Elizabeth C. C. C. Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333  
**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 6 NF - NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 2.63 - 3.90 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	299.05
SUELO SECO + TARRO	gr	253.57
PESO DEL TARRO	gr	65.90
PESO DEL AGUA	gr	45.48
PESO DEL SUELO SECO	gr	187.67
HUMEDAD %	%	24.23

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	M	N	M	N	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.65	37.29	18.08	17.28
SUELO SECO + TARRO	gr	35.03	33.01	16.84	16.18
PESO DEL TARRO	gr	24.85	23.62	10.88	10.89
PESO DEL AGUA	gr	4.62	4.28	1.24	1.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.18	9.39	5.96	5.29
HUMEDAD %	%	45.38	45.58	20.81	20.79
N° DE GOLPES		22	22		

<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b> :	<b>44.78</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b> :	<b>20.80</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b> :		<b>23.98</b>	

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 MP 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO**

S.R.L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 3776507 UTM 8294367

**MUESTRA** : SPT N° 2 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.60 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	387.68
SUELO SECO + TARRO	gr	352.04
PESO DEL TARRO	gr	70.96
PESO DEL AGUA	gr	35.64
PESO DEL SUELO SECO	gr	281.08
HUMEDAD %	%	12.68

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		P	Q	P	Q
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.13	38.32	16.94	17.62
SUELO SECO + TARRO	gr	36.70	33.89	15.63	16.28
PESO DEL TARRO	gr	25.08	24.40	10.21	10.63
PESO DEL AGUA	gr	5.43	4.43	1.31	1.34
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.62	9.49	5.42	5.65
HUMEDAD %	%	46.73	46.68	24.17	23.72
N° DE GOLPES		29	29		

<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b> :	<b>47.55</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b> :	<b>23.94</b>
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

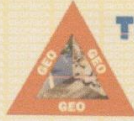
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b> :	<b>23.61</b>
----------------------------	--------------

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Coppá Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CP 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 3776507 UTM 8294367  
**MUESTRA** : SPT N° 2 - MUESTRA 2 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.60 - 1.58 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	230.15
SUELO SECO + TARRO	gr	211.63
PESO DEL TARRO	gr	64.12
PESO DEL AGUA	gr	18.52
PESO DEL SUELO SECO	gr	147.51
HUMEDAD %	%	12.56

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	R	S	R	S	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.09	39.24	18.15	18.02
SUELO SECO + TARRO	gr	37.93	36.46	16.98	16.91
PESO DEL TARRO	gr	24.67	24.61	10.14	10.54
PESO DEL AGUA	gr	3.16	2.78	1.17	1.11
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.26	11.85	6.84	6.37
HUMEDAD %	%	23.83	23.46	17.11	17.43
N° DE GOLPES		26	26		

**LÍMITE LÍQUIDO %** : 23.76      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 17.27

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 06.49

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIR-121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 3776507 UTM 8294367  
**MUESTRA** : SPT N° 2 - MUESTRA 3 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 1.58 - 3.00 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	287.50
SUELO SECO + TARRO	gr	238.92
PESO DEL TARRO	gr	67.66
PESO DEL AGUA	gr	48.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	171.26
HUMEDAD %	%	28.37

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		A-1	A-2	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.40	33.16	16.30	17.64
SUELO SECO + TARRO	gr	28.11	29.29	15.20	16.42
PESO DEL TARRO	gr	18.12	20.18	10.17	10.99
PESO DEL AGUA	gr	4.29	3.87	1.10	1.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.99	9.11	5.03	5.43
HUMEDAD %	%	42.94	42.48	21.87	22.47
N° DE GOLPES		23	23		

**LÍMITE LÍQUIDO %** : 42.28      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 22.17

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 20.11

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

§ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376543 UTM 8294393

**MUESTRA** : SPT N° 3 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.27 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	306.89
SUELO SECO + TARRO	gr	279.71
PESO DEL TARRO	gr	63.70
PESO DEL AGUA	gr	27.18
PESO DEL SUELO SECO	gr	216.01
HUMEDAD %	%	12.58

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	A	B	A	B	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	39.86	40.93	15.34	14.98
SUELO SECO + TARRO	gr	35.62	35.83	14.38	14.24
PESO DEL TARRO	gr	25.52	23.61	10.17	10.99
PESO DEL AGUA	gr	4.24	5.10	0.96	0.74
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.10	12.22	4.21	3.25
HUMEDAD %	%	41.98	41.73	22.80	22.77
N° DE GOLPES		25	25		

**LÍMITE LÍQUIDO %** : 41.86      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 22.79

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 19.07

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ceopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.**  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376543 UTM 8294393

**MUESTRA** : SPT N° 3 - MUESTRA 2 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 0.27 - 0.72 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	403.78
SUELO SECO + TARRO	gr	368.46
PESO DEL TARRO	gr	72.72
PESO DEL AGUA	gr	35.32
PESO DEL SUELO SECO	gr	295.74
HUMEDAD %	%	11.94

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	C	D	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.93	42.83	16.48	16.76
SUELO SECO + TARRO	gr	35.41	38.03	15.23	15.54
PESO DEL TARRO	gr	25.47	24.53	10.39	10.81
PESO DEL AGUA	gr	3.52	4.80	1.25	1.22
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.94	13.50	4.84	4.73
HUMEDAD %	%	35.41	35.56	25.83	25.79
N° DE GOLPES		28	28		

**LÍMITE LÍQUIDO %** : 35.97      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 25.81

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 10.16

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes



*Elizabeth Goza Gordillo*  
Elizabeth Goza Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
RIP 121350

§ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376543 UTM 8294393  
**MUESTRA** : SPT N° 3 - MUESTRA 3 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.72 - 1.05 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	257.35
SUELO SECO + TARRO	gr	217.70
PESO DEL TARRO	gr	77.60
PESO DEL AGUA	gr	39.65
PESO DEL SUELO SECO	gr	140.10
HUMEDAD %	%	28.30

## LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	E	F	E	F	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.26	36.58	17.56	17.44
SUELO SECO + TARRO	gr	31.99	32.26	16.06	15.97
PESO DEL TARRO	gr	23.48	25.20	10.85	10.75
PESO DEL AGUA	gr	5.27	4.32	1.50	1.47
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.51	7.06	5.21	5.22
HUMEDAD %	%	61.93	61.19	28.79	28.16
N° DE GOLPES		24	24		

**LÍMITE LIQUIDO %** : 61.26      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 28.48

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 32.78

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccoya Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP: 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376543 UTM 8294393

**MUESTRA** : SPT N° 3 - MUESTRA 4 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 1.05 - 1.72 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	315.43
SUELO SECO + TARRO	gr	260.17
PESO DEL TARRO	gr	67.35
PESO DEL AGUA	gr	55.26
PESO DEL SUELO SECO	gr	192.82
HUMEDAD %	%	28.66

## LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		G	H	G	H
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.94	38.54	15.58	15.87
SUELO SECO + TARRO	gr	35.05	35.29	14.56	14.86
PESO DEL TARRO	gr	24.57	23.35	10.21	10.50
PESO DEL AGUA	gr	2.89	3.25	1.02	1.01
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.48	11.94	4.35	4.36
HUMEDAD %	%	27.58	27.22	23.45	23.17
N° DE GOLPES		25	25		

**LÍMITE LIQUIDO %** : **27.40**      **LÍMITE PLÁSTICO %** : **23.31**

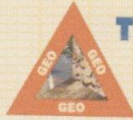
**ÍNDICE PLÁSTICO %** : **04.09**

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIR 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376543 UTM 8294393

**MUESTRA** : SPT N° 3 - MUESTRA 5 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 1.72 - 3.00 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	302.49
SUELO SECO + TARRO	gr	249.30
PESO DEL TARRO	gr	69.30
PESO DEL AGUA	gr	53.19
PESO DEL SUELO SECO	gr	180.00
HUMEDAD %	%	29.55

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		I	J	I	J
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.71	36.29	17.70	17.62
SUELO SECO + TARRO	gr	35.15	32.12	16.41	16.33
PESO DEL TARRO	gr	24.80	24.29	10.95	10.98
PESO DEL AGUA	gr	5.56	4.17	1.29	1.29
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.35	7.83	5.46	5.35
HUMEDAD %	%	53.72	53.26	23.63	24.11
N° DE GOLPES		29	29		
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>		<b>54.46</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>		<b>23.87</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>		<b>30.59</b>			

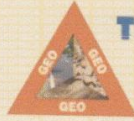
$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 W<sub>n</sub> = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes



*Elizabeth Coopa Gordillo*  
 Elizabeth Coopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376615 UTM 8294416

**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.33 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	261.72
SUELO SECO + TARRO	gr	236.88
PESO DEL TARRO	gr	70.96
PESO DEL AGUA	gr	24.84
PESO DEL SUELO SECO	gr	165.92
HUMEDAD %	%	14.97

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		A	B	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.35	34.79	15.60	16.12
SUELO SECO + TARRO	gr	33.83	30.84	14.43	15.00
PESO DEL TARRO	gr	25.52	23.61	10.17	10.99
PESO DEL AGUA	gr	4.52	3.95	1.17	1.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.31	7.23	4.26	4.01
HUMEDAD %	%	54.39	54.63	27.46	27.93
N° DE GOLPES		30	30		
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>		<b>55.73</b>		<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>	
				<b>27.70</b>	
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>		<b>28.03</b>			

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes



*Elizabeth*  
 Elizabeth Correa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

5 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**OBRA** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376615 UTM 8294416  
**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 2 MF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.33 - 0.81 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	366.50
SUELO SECO + TARRO	gr	327.46
PESO DEL TARRO	gr	67.66
PESO DEL AGUA	gr	39.04
PESO DEL SUELO SECO	gr	259.80
HUMEDAD %	%	15.03

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	K	L	K	L	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.55	35.81	17.45	15.81
SUELO SECO + TARRO	gr	33.50	31.62	16.11	15.81
PESO DEL TARRO	gr	23.54	23.25	10.92	10.80
PESO DEL AGUA	gr	5.05	4.19	1.34	1.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.96	8.37	5.19	5.01
HUMEDAD %	%	50.70	50.06	25.82	25.95
N° DE GOLPES		29	29		

<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b> :	<b>51.29</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b> :	<b>25.88</b>
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b> :	<b>25.41</b>
----------------------------	--------------

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** E.I.R.L. **LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376615 UTM 8294416  
**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 3 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.81 - 1.17 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	287.56
SUELO SECO + TARRO	gr	245.45
PESO DEL TARRO	gr	72.72
PESO DEL AGUA	gr	42.11
PESO DEL SUELO SECO	gr	172.73
HUMEDAD %	%	24.38

## LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	M	N	M	N	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.48	36.24	16.50	16.62
SUELO SECO + TARRO	gr	34.34	31.27	15.28	15.39
PESO DEL TARRO	gr	24.85	23.62	10.88	10.89
PESO DEL AGUA	gr	6.14	4.97	1.22	1.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.49	7.65	4.40	4.50
HUMEDAD %	%	64.70	64.97	27.73	27.33
N° DE GOLPES		20	20		

**LÍMITE LIQUIDO %** : 63.11      **LÍMITE PLÁSTICO %** : 27.53

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : 35.58

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Coopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CP. 121350

¡ RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376615 UTM 8294416  
**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 4 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 1.17 - 1.72 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	340.91
SUELO SECO + TARRO	gr	283.89
PESO DEL TARRO	gr	77.60
PESO DEL AGUA	gr	57.02
PESO DEL SUELO SECO	gr	206.29
HUMEDAD %	%	27.64

## LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		P	Q	P	Q
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.48	40.07	16.06	16.41
SUELO SECO + TARRO	gr	37.85	36.62	14.90	15.28
PESO DEL TARRO	gr	25.08	24.40	10.21	10.62
PESO DEL AGUA	gr	3.63	3.45	1.16	1.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.77	12.22	4.69	4.66
HUMEDAD %	%	28.43	28.23	24.73	24.25
N° DE GOLPES		24	24		

**LÍMITE LIQUIDO %** : **28.19**      **LÍMITE PLÁSTICO %** : **24.49**

**ÍNDICE PLÁSTICO %** : **03.70**

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376615 UTM 8294416

**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 5 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 1.72 - 3.00 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	276.57
SUELO SECO + TARRO	gr	231.82
PESO DEL TARRO	gr	67.35
PESO DEL AGUA	gr	44.75
PESO DEL SUELO SECO	gr	164.47
HUMEDAD %	%	27.21

## LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
	A - 1	A - 2	A-1	A-2	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.62	35.68	16.98	17.42
SUELO SECO + TARRO	gr	27.70	31.19	15.68	16.09
PESO DEL TARRO	gr	18.12	20.18	10.32	10.60
PESO DEL AGUA	gr	3.92	4.49	1.30	1.33
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.58	11.01	5.36	5.49
HUMEDAD %	%	40.92	40.78	24.25	24.23
N° DE GOLPES		25	25		
<b>LÍMITE LÍQUIDO %</b>	:	<b>40.85</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO %</b>	:	<b>24.24</b>
<b>ÍNDICE PLÁSTICO %</b>	:	<b>16.61</b>			

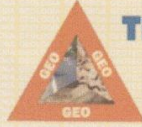
$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Número de Golpes

  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

3 RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS

## RESULTADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021\*

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333

**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.25 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.300					
No4	4.750	47.39	18.96	18.96	81.04	
No8	2.360					
No10	2.000	30.66	12.26	31.22	68.78	
No16	1.180					
No20	0.850	26.96	10.78	42.00	58.00	
No30	0.600					
No40	0.425	31.62	12.65	54.65	45.35	
No 50	0.300	20.98	8.39	63.04	36.96	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	33.40	13.36	76.40	23.60	
No200	0.075	17.34	6.94	83.34	16.66	
BASE		41.65	16.66	100.00	0.00	
TOTAL		250.00	100.00			
% PERDIDA		16.66				

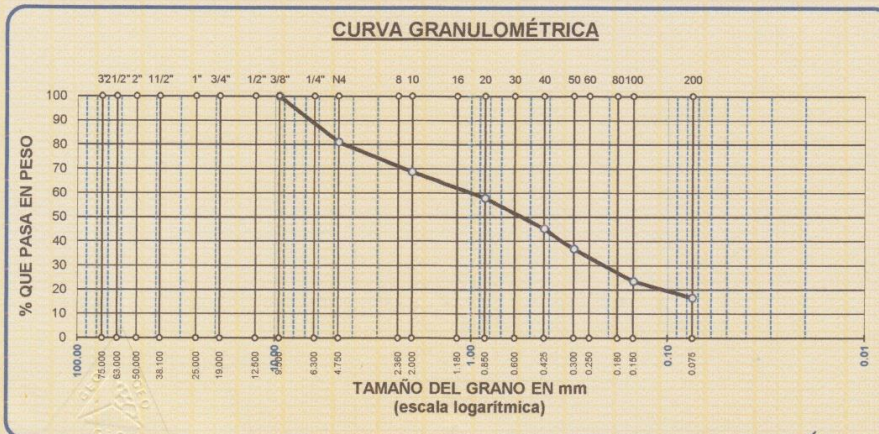
**TAMAÑO MAXIMO:**  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 250.00  
 P.L.= 208.35  
 P.P.= 41.65  
 % W = 4.46

**LIMITES DE CONSISTENCIA:**  
 L.L.= 13.88  
 L.P.= NP  
 I.P.= NP

**CARACT. GRANULOMÉTRICAS:**  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= 0.222 Cc= ---  
 D60= 1.06

**CLASIFICACIÓN:**  
 I.G. = :  
 SUCS : SM  
 ASSTHO :

**OBSERVACIONES:**



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth*  
 Elizabeth Zeopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 #P 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : \*ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAIXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021\*

SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

COORDENADAS : 19L 376435 UTM 8294333

MUESTRA : SPT N° 1 - MUESTRA 2 NF: NO PRESENTA

PROFUNDIDAD : 0.25 - 0.40 m

FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	4.74	3.16	3.16	96.84	
No16	1.180					
No20	0.850	6.96	4.64	7.80	92.20	
No30	0.600					
No40	0.425	7.92	5.28	13.08	86.92	
No 50	0.300	4.88	3.25	16.33	83.67	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	8.26	5.51	21.84	78.16	
No200	0.075	8.58	5.72	27.56	72.44	
BASE TOTAL		108.66	72.44	100.00	0.00	
% PERDIDA		72.44				

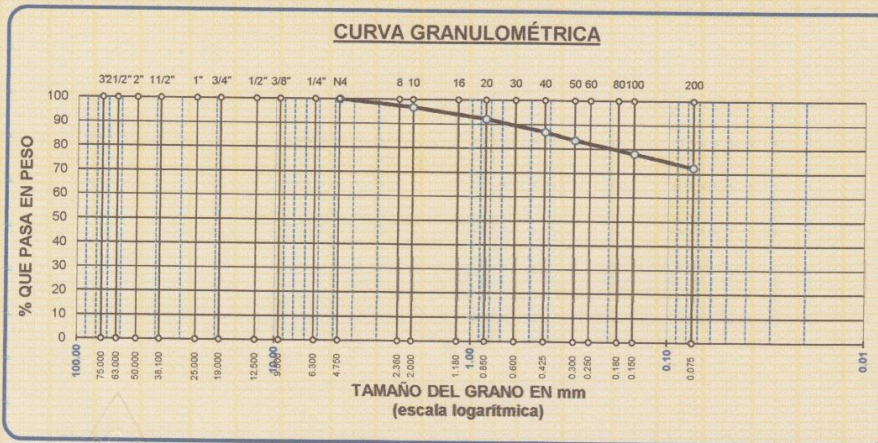
TAMAÑO MÁXIMO:  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 150.00  
 P.L.= 41.34  
 P.P.= 108.66  
 %W= 12.32

LIMITES DE CONSISTENCIA:  
 L.L.= 24.84  
 L.P.= 17.18  
 I.P.= 7.66

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

CLASIFICACIÓN:  
 I.G. = :  
 SUCS : CL  
 ASSTHO :

OBSERVACIONES:



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth Copo Gordillo*  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"

SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AGUSTO

UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

COORDENADAS : 19L 376435 UTM 8294333

MUESTRA : SPT N° 1 - MUESTRA 3 NF: NO PRESENTA

PROFUNDIDAD : 0.40 - 1.95 m

FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	0.24	0.16	0.16	99.84	
No16	1.180					
No20	0.850	0.68	0.45	0.61	99.39	
No30	0.600					
No40	0.425	0.84	0.56	1.17	98.83	
No 50	0.300	0.60	0.40	1.57	98.43	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	1.32	0.88	2.45	97.55	
No200	0.075	1.56	1.04	3.49	96.51	
BASE		144.76		100.00	0.00	
TOTAL		150.00	100.00			
% PERDIDA		96.51				

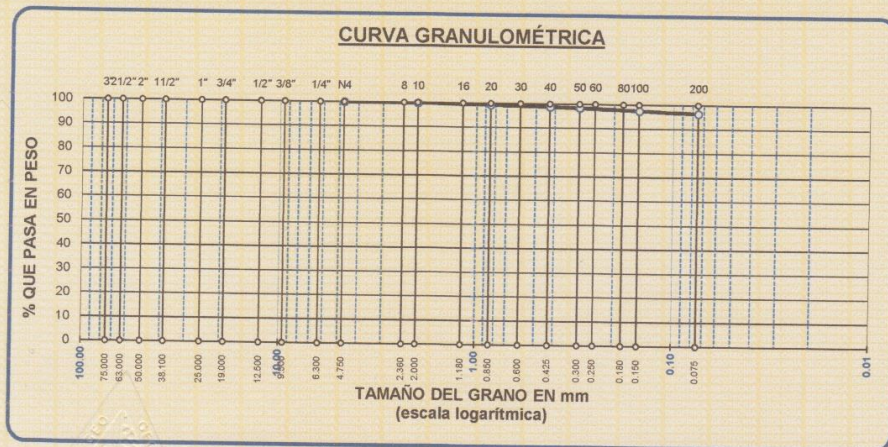
TAMAÑO MAXIMO:  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 150.00  
 P.L.= 5.24  
 P.P.= 144.76  
 %W= 21.70

LIMITES DE CONSISTENCIA:  
 L.L.= 52.50  
 L.P.= 23.88  
 I.P.= 28.62

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

CLASIFICACIÓN:  
 I.G. = :  
 SUCS : CH  
 ASSTHO :

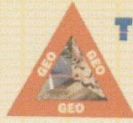
OBSERVACIONES:



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth C. G.*  
 Elizabeth C. G. Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

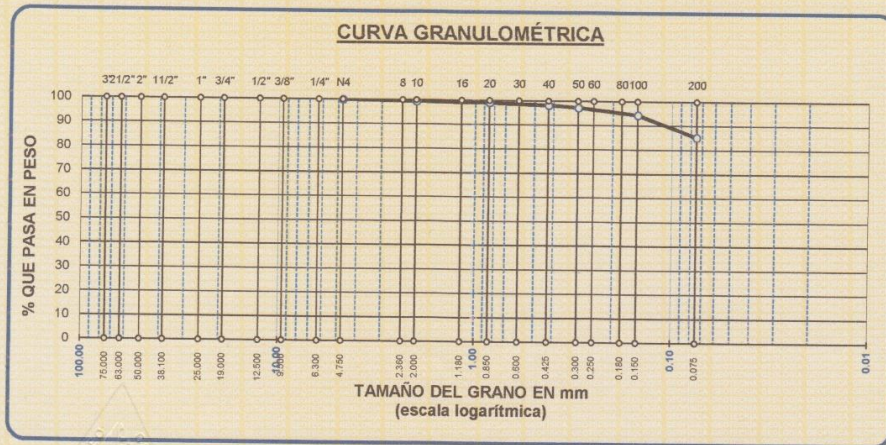
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 376435 UTM 8294333  
 MUESTRA : SPT N° 1 - MUESTRA 4 NF: NO PRESENTA  
 PROFUNDIDAD : 1.95 - 2.30  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	0.82	0.55	0.55	99.45	
No16	1.180					
No20	0.850	0.60	0.40	0.95	99.05	
No30	0.600					
No40	0.425	1.28	0.85	1.80	98.20	
No 50	0.300	1.32	0.88	2.68	97.32	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	4.28	2.65	5.53	94.47	
No200	0.075	13.74	9.16	14.69	85.31	
BASE		127.96	85.31	100.00	0.00	
TOTAL		150.00	100.00			
% PERDIDA		85.31				

TAMAÑO MAXIMO:  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.L.= 150.00  
 P.L.= 22.04  
 P.P.= 127.96  
 %w = 23.96  
 LIMITES DE CONSISTENCIA:  
 L.L.= 36.81  
 L.P.= 19.33  
 I.P.= 17.48  
 CARACT. GRANULOMÉTRICAS:  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---  
 CLASIFICACIÓN:  
 I.G. = :  
 SUCS : CL  
 ASSTHO :  
 OBSERVACIONES:



*Elizabeth*  
 Elizabeth Ceppa Gordillo  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

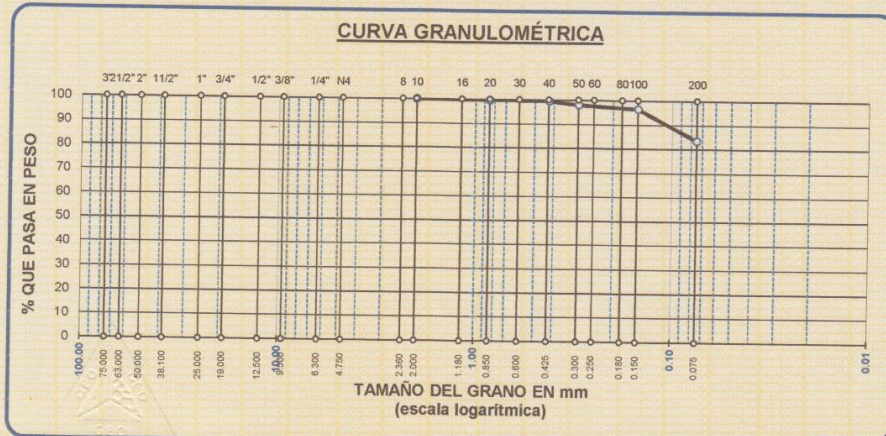
**COORDENADAS** : 19L 376435 UTM 8294333

**MUESTRA** : SPT N° 1 - MUESTRA 5 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 2.30 - 2.63 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA m/m	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 180.00
2"	50.000						P.L.= 29.70
1 1/2"	38.100						P.P.= 150.30
1"	25.000						% w = 23.42
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 39.25
3/8"	9.500						L.P.= 20.59
1/4"	6.300						I.P.= 18.66
No4	4.750						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- CU= ---
No10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= ---
No20	0.850	0.36	0.20	0.20	99.80		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	0.28	0.16	0.36	99.64		SUCS : CL
No 50	0.300	2.74	1.52	1.88	98.12		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	2.84	1.58	3.46	96.54		
No200	0.075	23.48	13.04	16.50	83.50		
<b>BASE</b>		160.30	83.50	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		180.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		83.50					

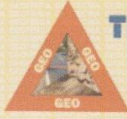


LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Cepa Gordillo*  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



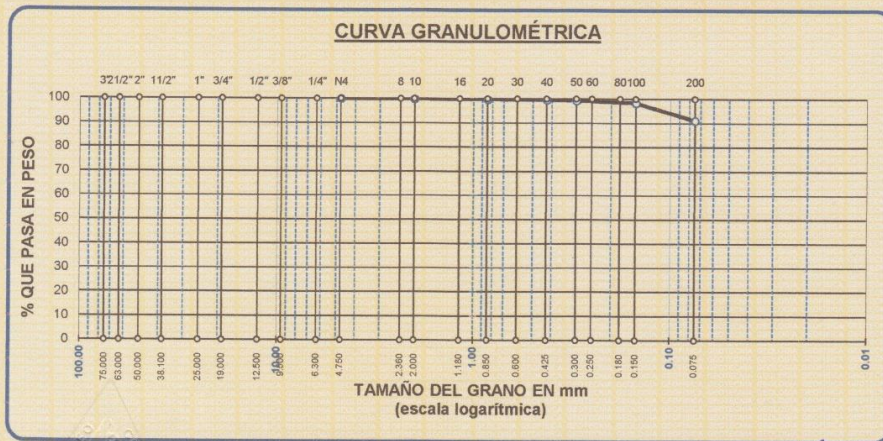
**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 376435 UTM 8294333  
 MUESTRA : SPT N° 1 - MUESTRA 6 NF: NO PRESENTA  
 COTA : 2.63 - 3.90 m  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 200.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 17.74
2"	50.000						P.P.= 182.26
1 1/2"	38.100						%w = 24.23
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 44.78
1/2"	12.500						L.P.= 20.80
3/8"	9.500						I.P.= 23.98
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	0.18	0.09	0.09	99.91		
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	0.28	0.14	0.23	99.77		I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CL
No40	0.425	0.44	0.22	0.45	99.55		ASSTHO :
No50	0.300	0.48	0.24	0.69	99.31		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	1.84	0.92	1.61	98.39		
No200	0.075	14.52	7.26	8.87	91.13		
BASE		182.26	91.13	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA							



*Elizabeth Ceopa Gordillo*  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

# ANEXOS



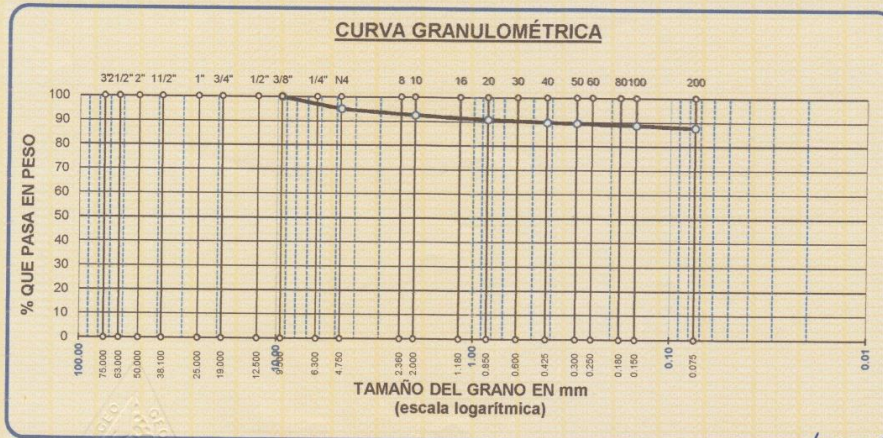
**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 3776507 UTM 8294367  
**MUESTRA** : SPT N° 2 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA  
**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.60 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 200.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 24.69
2"	50.000						P.P.= 175.31
1 1/2"	38.100						% W = 12.68
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 47.55
1/2"	12.500						L.P.= 23.94
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 23.61
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	9.90	4.95	4.95	95.05		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	4.94	2.47	7.42	92.58		CLASIFICACIÓN:
No16	1.180						I.G. = :
No20	0.850	3.38	1.69	9.11	90.89		SUCS : CL
No30	0.600						ASSTHO :
No40	0.425	2.04	1.02	10.13	89.87		OBSERVACIONES:
No50	0.300	0.85	0.43	10.56	89.45		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	1.40	0.70	11.26	88.75		
No200	0.075	2.18	1.09	12.35	87.66		
BASE		175.31	87.66	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA		87.66					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 N° 121350



# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

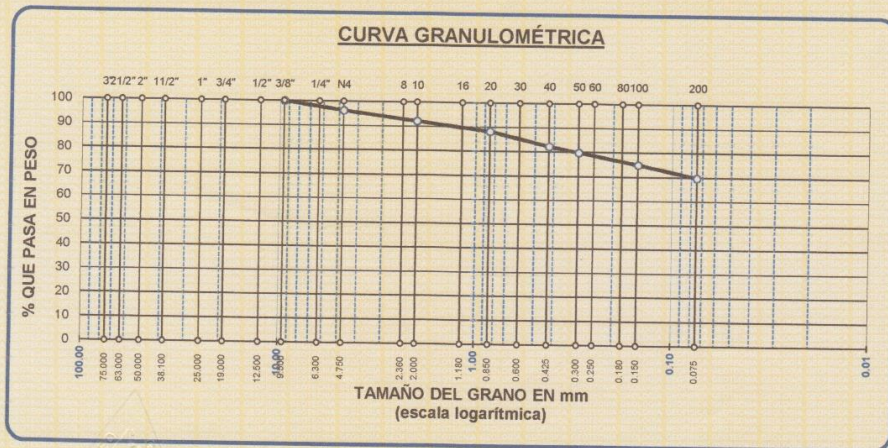
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 3776507 UTM 8294367  
 MUESTRA : SPT N° 2 - MUESTRA 2  
 PROFUNDIDAD : 0.60 - 1.58 m  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

NF: NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.300					
No4	4.750	5.62	3.75	3.75	96.25	
No8	2.360					
No10	2.000	6.20	4.13	7.88	92.12	
No16	1.180					
No20	0.850	5.82	3.88	11.76	88.24	
No30	0.600					
No40	0.425	8.90	5.93	17.69	82.31	
No 50	0.300	3.74	2.49	20.19	79.81	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	7.05	4.70	24.89	75.11	
No200	0.075	8.02	5.35	30.23	69.77	
BASE		104.65	69.77	100.00	0.00	
TOTAL		150.00	100.00			
% PERDIDA		69.77				

TAMAÑO MAXIMO:  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 150.00  
 P.L.= 45.35  
 P.P.= 104.65  
 %w= 12.56  
 LIMITES DE CONSISTENCIA:  
 L.L.= 23.76  
 L.P.= 17.27  
 I.P.= 6.49  
 CARACT. GRANULOMÉTRICAS:  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---  
 CLASIFICACIÓN:  
 I.G. = :  
 SUCS : CL-ML  
 ASSTHO :  
 OBSERVACIONES:



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth*  
 Elizabeth Copa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 3778507 UTM 8294367

**MUESTRA** : SPT N° 2 - MUESTRA 3 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 1.58 - 3.00 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	2.50	1.67	1.67	98.33	
No16	1.180					
No20	0.850	0.18	0.12	1.79	98.21	
No30	0.600					
No40	0.425	0.16	0.11	1.89	98.11	
No 50	0.300	0.12	0.08	1.97	98.03	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	0.72	0.48	2.45	97.55	
No200	0.075	5.46	3.64	6.09	93.91	
<b>BASE</b>		140.86	93.91	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		150.00	100.00			
<b>% PERDIDA</b>						93.91

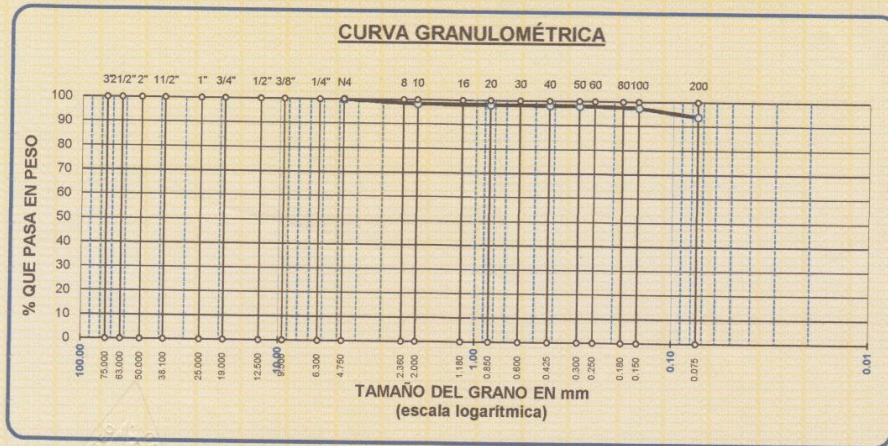
**TAMAÑO MÁXIMO:**  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 150.00  
 P.L.= 9.14  
 P.P.= 140.86  
 %W= 28.37

**LIMITES DE CONSISTENCIA:**  
 L.L.= 42.28  
 L.P.= 22.17  
 I.P.= 20.11

**CARACT. GRANULOMÉTRICAS:**  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

**CLASIFICACIÓN:**  
 I.G. = :  
 SUCS : CL  
 ASSTHO :

**OBSERVACIONES:**



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth*  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 CIP 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 376543 UTM 8294393

**MUESTRA** : SPT N° 3 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA

**PROFUNDIDAD** : 0.15 - 0.27 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.300					
No4	4.750	8.74	4.37	4.37	95.63	
No8	2.360					
No10	2.000	6.62	3.31	7.68	92.32	
No16	1.180					
No20	0.850	4.06	2.03	9.71	90.29	
No30	0.600					
No40	0.425	1.92	0.96	10.67	89.33	
No 50	0.300	1.20	0.60	11.27	88.73	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	1.67	0.84	12.11	87.90	
No200	0.075	2.24	1.12	13.23	86.78	
BASE		173.55	86.78	100.00	0.00	
TOTAL		200.00	100.00			
% PERDIDA			86.78			

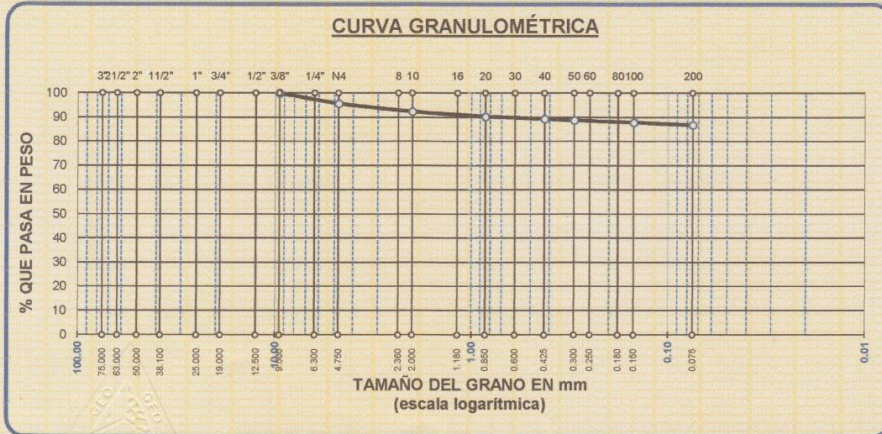
**TAMAÑO MÁXIMO:**  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 200.00  
 P.L.= 26.45  
 P.P.= 173.55  
 % W = 12.58

**LÍMITES DE CONSISTENCIA:**  
 L.L.= 41.86  
 L.P.= 22.79  
 I.P.= 19.07

**CARACT. GRANULOMÉTRICAS:**  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

**CLASIFICACIÓN:**  
 I.G. = :  
 SUCS : CL  
 ASSTHO :

**OBSERVACIONES:**



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350



# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

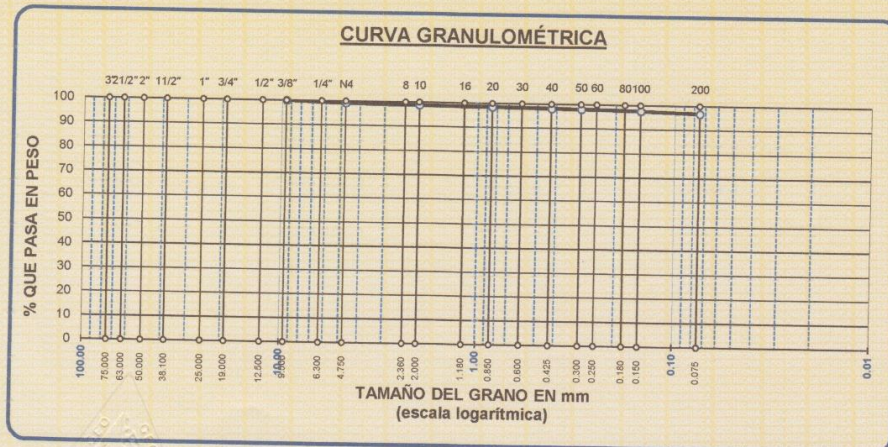
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 376543 UTM 8294393  
 MUESTRA : SPT N° 3 - MUESTRA 3  
 PROFUNDIDAD : 0.72 - 1.05 m  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

NF: NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 150.00
2"	50.000						P.L.= 4.68
1 1/2"	38.100						P.P.= 145.32
1"	25.000						%W= 28.30
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 61.26
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 28.48
1/4"	6.300						I.P.= 32.78
No4	4.750	1.18	0.79	0.79	99.21		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	0.68	0.45	1.24	98.76		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= ---
No20	0.850	0.36	0.24	1.48	98.52		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	0.44	0.29	1.77	98.23		SUCS : CH
No 50	0.300	0.32	0.21	1.99	98.01		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	0.54	0.36	2.35	97.65		
No200	0.075	1.16	0.77	3.12	96.88		
BASE		145.32	96.88	100.00	0.00		
TOTAL		150.00	100.00				
% PERDIDA		96.88					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth Copo Gordillo*  
 Elizabeth Copo Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



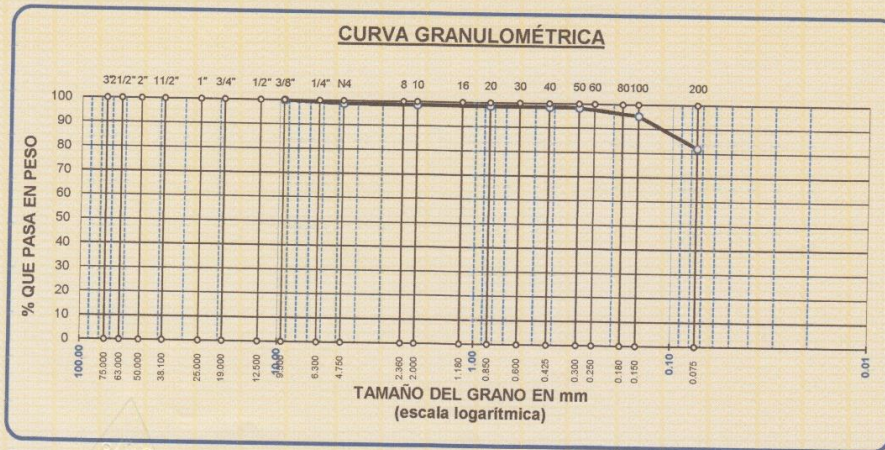
**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 376543 UTM 8294393  
 MUESTRA : SPT N° 3 - MUESTRA 4 NF: NO PRESENTA  
 PROFUNDIDAD : 1.05 - 1.72 m  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

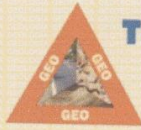
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 200.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 35.82
2"	50.000						P.P.= 164.18
1 1/2"	38.100						% W = 28.66
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 27.40
1/2"	12.500						L.P.= 23.31
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 4.09
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	2.32	1.16	1.16	98.84		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	0.40	0.20	1.36	98.64		
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	0.12	0.06	1.42	98.58		I.G. = :
No30	0.600						SUCS : ML
No40	0.425	0.20	0.10	1.52	98.48		ASSTHO :
No 50	0.300	0.36	0.18	1.70	98.30		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	5.86	2.93	4.63	95.37		
No200	0.075	26.56	13.26	17.91	82.09		
BASE		164.18	82.09	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA							
		82.09					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350

# ANEXOS



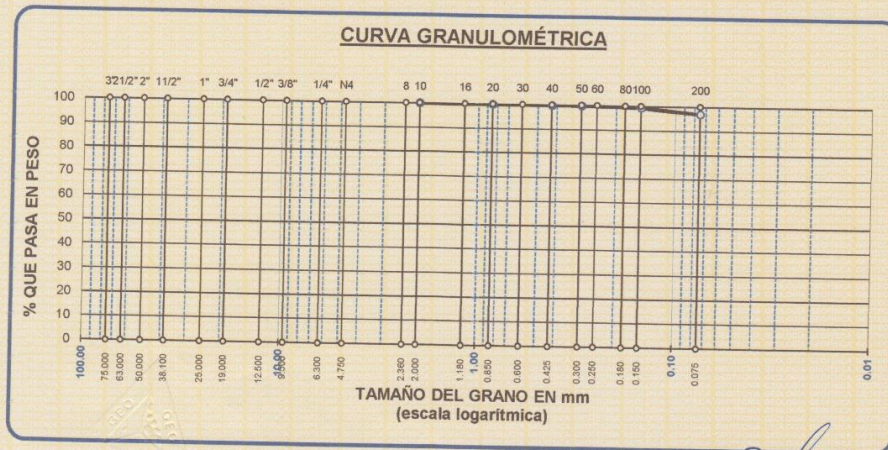
**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 376543 UTM 8294393  
 MUESTRA : SPT N° 3 - MUESTRA 5 NF: NO PRESENTA  
 PROFUNDIDAD : 1.72 - 3.00 m  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

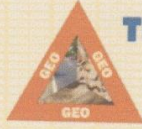
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 200.00
2"	50.000						P.L.= 5.92
1 1/2"	38.100						P.P.= 194.08
1"	25.000						% w = 29.55
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 54.46
3/8"	9.500						L.P.= 23.87
1/4"	6.300						I.P.= 30.59
No4	4.750						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= ---
No20	0.850	0.04	0.02	0.02	99.98		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	0.12	0.06	0.08	99.92		SUCS : CH
No 50	0.300	0.16	0.08	0.16	99.84		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	0.86	0.43	0.59	99.41		
No200	0.075	4.74	2.37	2.96	97.04		
BASE		194.08	97.04	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA		97.04					



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth*  
 Elizabeth Zcopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



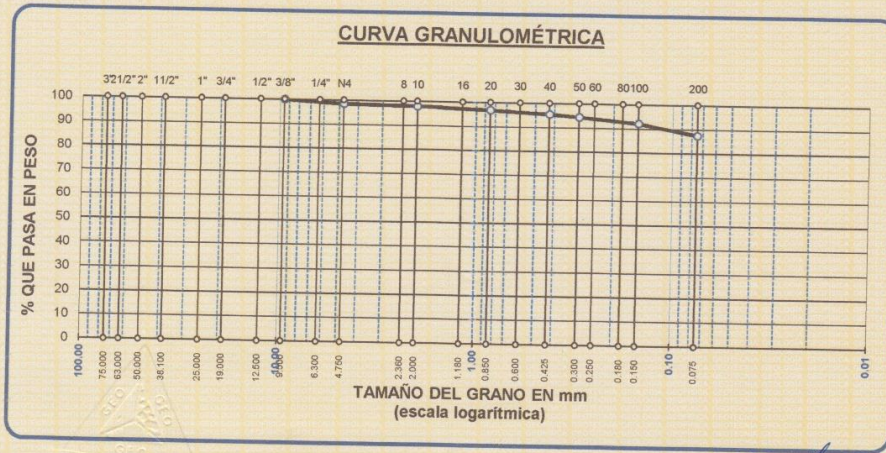
**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
 SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
 UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
 COORDENADAS : 19L 376615 UTM 8294416  
 MUESTRA : SPT N° 4 - MUESTRA 1 NF: NO PRESENTA  
 PROFUNDIDAD : 0.15 - 0.33 m  
 FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 250.00
2"	50.000						P.L.= 31.28
1 1/2"	38.100						P.P.= 218.72
1"	25.000						% W = 14.97
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 55.73
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 27.70
1/4"	6.300						I.P.= 28.03
No4	4.750	3.80	1.52	1.52	98.48		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	1.22	0.49	2.01	97.99		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= ---
No20	0.850	2.94	1.18	3.18	96.82		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	3.40	1.36	4.54	95.46		SUCS : CH
No 50	0.300	2.46	0.98	5.53	94.47		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	5.72	2.29	7.82	92.18		
No200	0.075	11.74	4.70	12.51	87.49		
BASE		218.72	87.49	100.00	0.00		
TOTAL		250.00	100.00				
% PERDIDA		87.49					



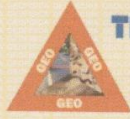
LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Zcopa Gordillo*  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350



# ANEXOS



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

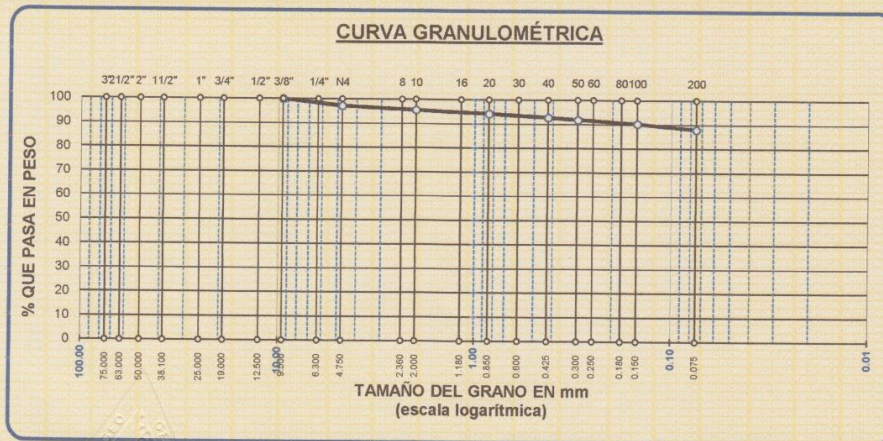
**COORDENADAS** : 19L 376615 UTM 8294416

**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 2 **NF: NO PRESENTA**

**PROFUNDIDAD** : 0.33 - 0.81 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 280.00
2"	50.000						P.L.= 33.50
1 1/2"	38.100						P.P.= 246.50
1"	25.000						%W= 15.03
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 51.29
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 25.88
1/4"	6.300						I.P.= 25.41
No4	4.750	7.84	2.80	2.80	97.20		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	4.42	1.58	4.38	95.62		D30= — Cc= —
No16	1.180						
No20	0.850	3.84	1.37	5.75	94.25		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	4.08	1.46	7.21	92.79		SUCS : CH
No 50	0.300	2.32	0.83	8.04	91.96		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	4.50	1.61	9.64	90.36		
No200	0.075	6.50	2.32	11.96	88.04		
BASE		246.50	88.04	100.00	0.00		
TOTAL		280.00	100.00				
% PERDIDA							

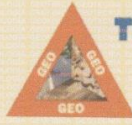


LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



*Elizabeth Cbpa Gordillo*  
 Elizabeth Cbpa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".

SOLICITANTE : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AGUSTO

UBICACIÓN : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

COORDENADAS : 19L 376615 UTM 8294416

MUESTRA : SPT N° 4 - MUESTRA 3

PROFUNDIDAD : 0.81 - 1.17 m **NF: NO PRESENTA**

FECHA : 18 DE AGOSTO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.300	3.24	1.62	1.62	98.38	
No4	4.750	2.360	0.26	1.88	98.12	
No8	2.000	0.44	0.22	2.10	97.90	
No10	1.800	0.56	0.28	2.38	97.62	
No16	0.850	0.48	0.24	2.62	97.38	
No20	0.600	1.92	0.96	3.58	96.42	
No30	0.425	4.50	2.25	5.83	94.17	
No40	0.300					
No 50	0.250					
No60	0.180					
No80	0.150					
No100	0.100					
No200	0.075					
BASE TOTAL		188.34	94.17	100.00	0.00	
% PERDIDA		200.00	100.00			
		94.17				

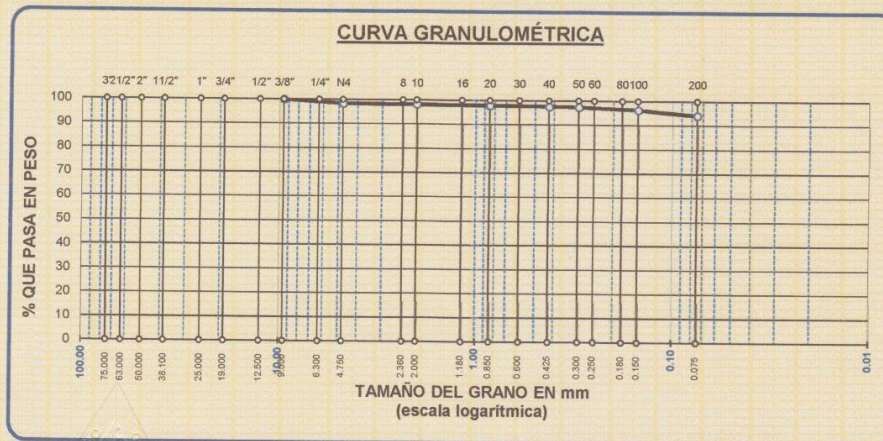
TAMAÑO MAXIMO:  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 200.00  
 P.L.= 11.66  
 P.P.= 188.34  
 % W = 24.38

LIMITES DE CONSISTENCIA:  
 L.L.= 63.11  
 L.P.= 27.53  
 I.P.= 35.58

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

CLASIFICACIÓN:  
 I.G. = :  
 SUCS : CH  
 ASSTHO :

OBSERVACIONES:



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth*  
 Elizabeth Copca Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP: 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAXIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021".  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO  
**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO  
**COORDENADAS** : 19L 376815 UTM 8294416  
**MUESTRA** : SPT N° 4 - MUESTRA 4  
**PROFUNDIDAD** : 1.17 - 1.72 m  
**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

NF: NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	0.78	0.39	0.39	99.61	
No16	1.180					
No20	0.850	0.74	0.37	0.76	99.24	
No30	0.600					
No40	0.425	0.66	0.33	1.09	98.91	
No 50	0.300	0.38	0.19	1.28	98.72	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	6.94	3.47	4.75	95.25	
No200	0.075	40.22	20.11	24.86	75.14	
<b>BASE</b>		150.28	75.14	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		200.00	100.00			
<b>% PERDIDA</b>		75.14				

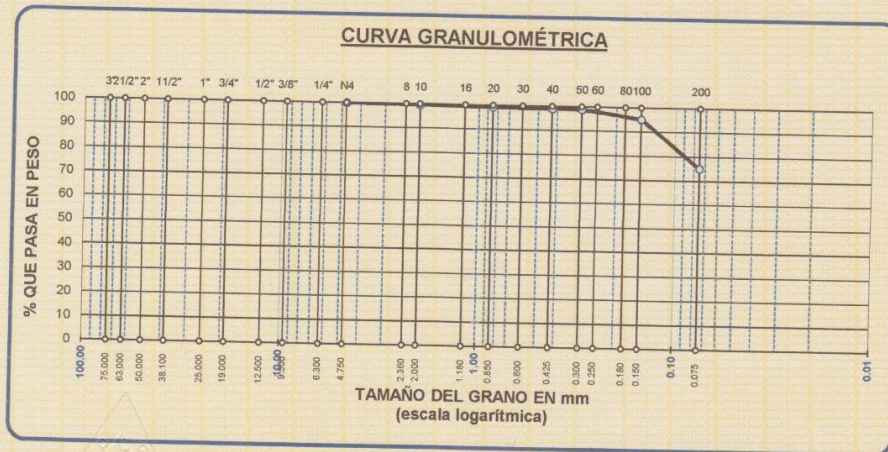
**TAMAÑO MÁXIMO:**  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.I.= 200.00  
 P.L.= 49.72  
 P.P.= 150.28  
 % W = 27.64

**LÍMITES DE CONSISTENCIA:**  
 L.L.= 28.19  
 L.P.= 24.49  
 I.P.= 3.70

**CARACT. GRANULOMÉTRICAS:**  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

**CLASIFICACIÓN:**  
 I.G. = :  
 SUCS : ML  
 ASSTHO :

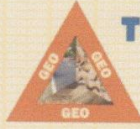
**OBSERVACIONES:**



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth Copla Gordillo*  
 Elizabeth Copla Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIR. 121350

# ANEXOS



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia  
 Geología - Geofísica - Geotecnia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021"

**SOLICITANTE** : BACHILLER. PEÑA ZUÑIGA ARTURO DANIEL - BACHILLER. FLORES ASCARZA LEONIDAS AUGUSTO

**UBICACIÓN** : SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUNO

**COORDENADAS** : 19L 378615 UTM 8294416

**MUESTRA** : SPT N 4 M - 5 **NF: NO PRESENTA**

**PROFUNDIDAD** : 1.72 - 3.00 m

**FECHA** : 18 DE AGOSTO DEL 2021

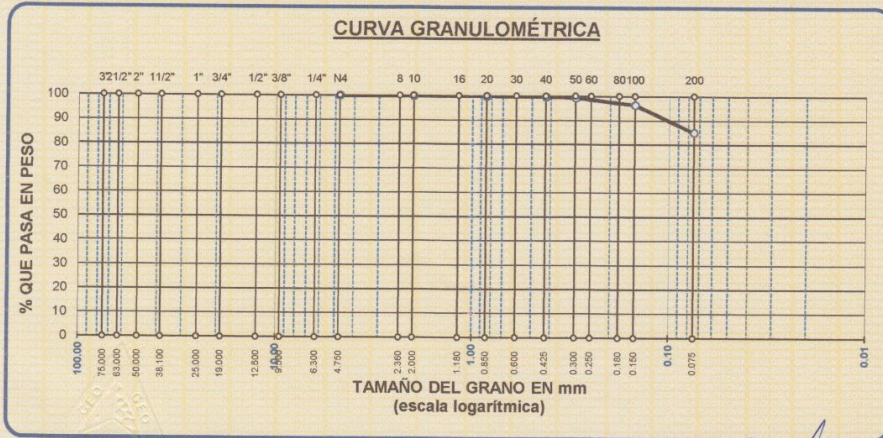
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360					
No10	2.000	0.06	0.04	0.04	99.96	
No16	1.180					
No20	0.850	0.08	0.05	0.09	99.91	
No30	0.600					
No40	0.425	0.30	0.20	0.29	99.71	
No 50	0.300	0.52	0.35	0.64	99.36	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	4.32	2.88	3.52	96.48	
No200	0.075	17.16	11.44	14.96	85.04	
<b>BASE</b>		127.56	85.04	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		150.00	100.00			
<b>% PERDIDA</b>		85.04				

**TAMAÑO MÁXIMO:**  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
 P.L.= 150.00  
 P.L.= 22.44  
 P.P.= 127.56  
 % W = 27.21

**LIMITES DE CONSISTENCIA:**  
 L.L.= 40.85  
 L.P.= 24.24  
 I.P.= 16.61

**CARACT. GRANULOMÉTRICAS:**  
 D10= --- Cu= ---  
 D30= --- Cc= ---  
 D60= ---

**CLASIFICACIÓN:**  
 I.G. = :  
 SUCS : CL  
 ASSTHO :  
**OBSERVACIONES:**




LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
 Elizabeth Ccopa Gordillo  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP. 121350






# ANEXOS



**CONTRATISTAS GENERALES**  
**ULIBEX**  
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO Y ROCAS**  
Jr. Cahuipe n° 583 - barrio Manco Capac - Juliaca  
998 906037 - 977 883488 - 990 119075



**CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX E.I.R.L.**  
CURSO DE MECANICA DE SUELOS  
Mery Wilkis Camión Chura  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
C.I.P. 111434

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR**  
ASTM D-1586

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y COMPRESIÓN UNIAxIAL NO CONFINADA EN JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. PEÑA ZUÑIGA, ARTURO DANIEL - BACH. FLORES ASCARZA, LEONIDAS AUGUSTO

UBICACIÓN : "LA COLINA" - SARA MUCRA I - SAN MIGUEL - JULIACA - PUÑO

COORDENADAS : 19L 376543 UTM 6254383

FECHA : 12 DE AGOSTO DEL 2021

SONDEO : SPT - N°03

PROFUNDIDAD : 0.15 - 3.00 m

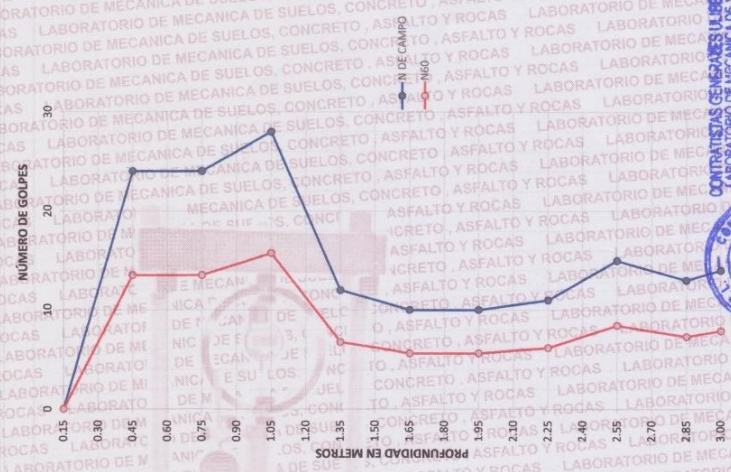



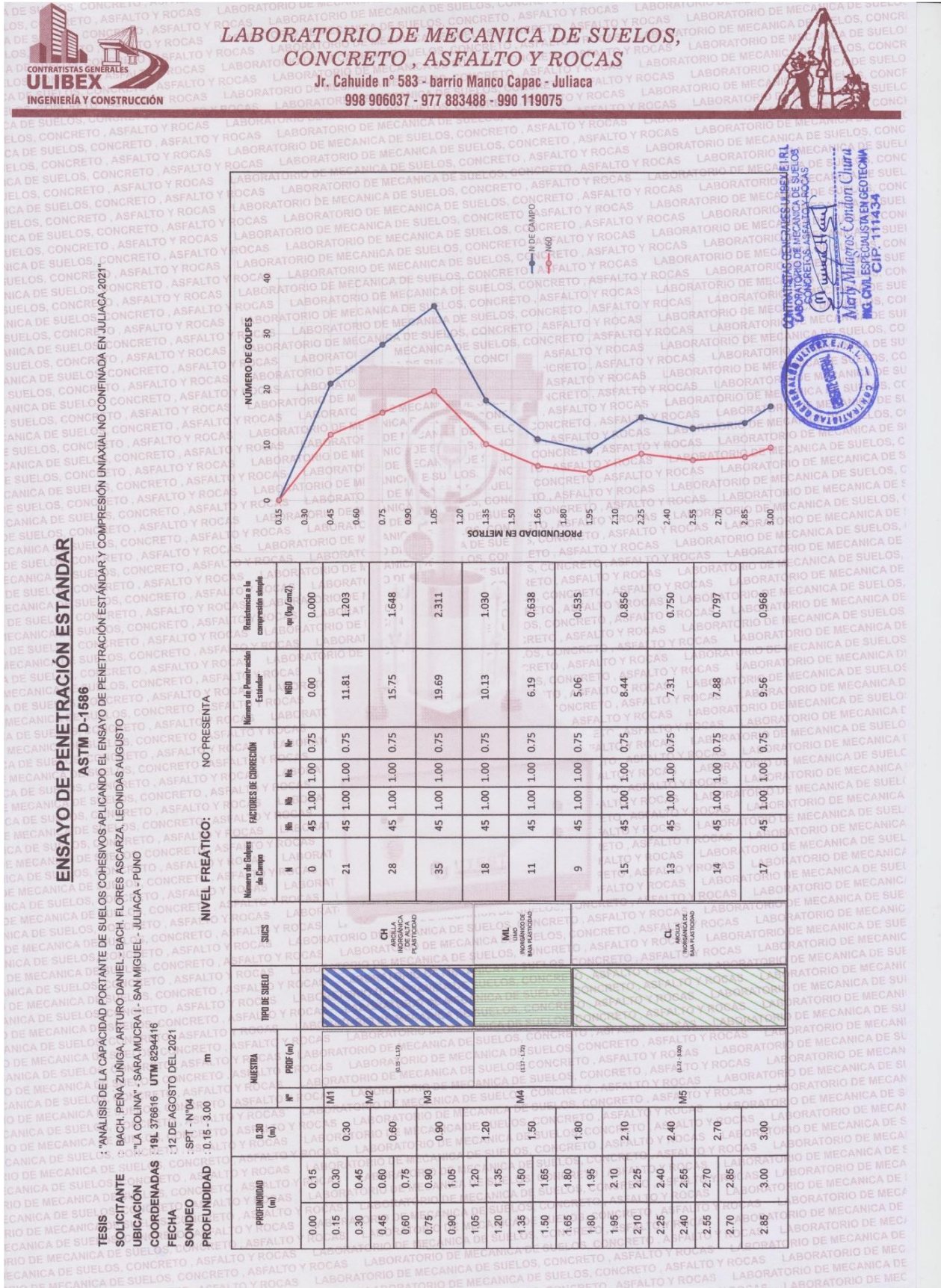
Gráfico de los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT) en función de la profundidad (en metros). El eje vertical muestra el número de golpes (0 a 30) y el eje horizontal muestra la profundidad (0.15 a 3.00 m). Se observan dos líneas de datos: una roja y una azul, que representan mediciones diferentes en cada punto de profundidad. Una línea vertical roja indica un nivel freático (Nivel de Campo) a una profundidad de 1.60 m.

Profundidad (m)	MUESTRA	TIPO DE SUELO	SUCS	Número de Golpes de Campo			FACTORES DE CORRECCION			Número de Penetración Estándar	Resistencia a la compresión simple (q <sub>u</sub> /cm <sup>2</sup> )
				N	H	N <sub>60</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>60</sub>		
0.00	M1		CL	0	45	1.00	1.00	0.75	0.00	0.000	
0.15	M2		ML	24	45	1.00	1.00	0.75	13.50	1.376	
0.30	M3		CH	24	45	1.00	1.00	0.75	13.50	1.376	
0.45	M4		ML	28	45	1.00	1.00	0.75	15.75	1.648	
0.60	M5		ML	12	45	1.00	1.00	0.75	6.75	0.694	
0.75			ML	10	45	1.00	1.00	0.75	5.63	0.591	
0.90			ML	10	45	1.00	1.00	0.75	5.63	0.591	
1.05			CH	11	45	1.00	1.00	0.75	6.19	0.638	
1.20			CH	15	45	1.00	1.00	0.75	8.44	0.856	
1.35			CH	13	45	1.00	1.00	0.75	7.31	0.750	
1.50			CH	14	45	1.00	1.00	0.75	7.88	0.797	
1.65											
1.80											
1.95											
2.10											
2.25											
2.40											
2.55											
2.70											
2.85											
3.00											

**NIVEL FREÁTICO: NO PRESENTA**







# ANEXOS





## ANEXO 10 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

 <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>N° 1178-117-2020</b>		Página 1 de 3
<b>Arsou Group</b>		
Laboratorio de Metrología		
Fecha de emisión	2021/02/12	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
Solicitante	<b>EMPRESA CONTRATISTAS GENERALES ULIBEX EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>	
Dirección	JR. CAHUIDE NRO. 583 (A 1 CDRA DE LA PLAZA MANCO CAPAC) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
Instrumento de medición	<b>EQUIPO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)</b>	
Identificación	1178-117-2020	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Serie	1001	
Procedencia	PERÚ	
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP	
Fecha de calibración	2021/02/12	
Método/Procedimiento de calibración	La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma NTP 339.134, ASTM D2488, ASTM D4220	
 		
<b>ARSOU GROUP S.A.C.</b> Aoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com www.arsougroup.com		 <b>ARSOU GROUP S.A.C.</b> Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica METROLOGÍA

# ANEXOS



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1178-117-2020

Página 2 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Balanza	1255-LM-2019
INACAL	Flexómetro	451-CLT-2019

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental    Inicial: 21,8 °C                      Final: 22,8 °C  
Humedad Relativa            Inicial: 65 %hr                              Final: 65 %hr  
Presión Atmosférica        Inicial: 1015 mbar                          Final: 1015 mbar

### Resultados

#### VARILLAS DE PERFORACION

Longitud sondaje (cm)	1200
Diámetro (mm)	42.00
División (cm)	100.00

**ARSOU GROUP S.A.C**  
*[Firma]*  
Ing. Hugo Luis Aravaio Caroles  
METROLOGÍA

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

# ANEXOS



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1178-117-2020

Página 3 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio

## MASA DE IMPACTO

Altura de caída (cm)	76
Peso (Kgr)	63.50
Orificio interno (mm)	49.00
Diámetro (mm)	195.00
Altura masa(mm)	290.00

### Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Araya Carnica  
METROLOGÍA

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

# ANEXOS

## ANEXO 11 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

		<b>CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b> RUC: 20806479690	
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Longitud</i>		<b>INFORME DE VERIFICACIÓN</b> <b>CA - IV - 0134 - 2021</b>	
		Página 1 de 2	
<b>1. Expediente</b>	1595-2021	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>	
<b>2. Solicitante</b>	TRIPLE GEO E.I.R.L.		
<b>3. Dirección</b>	MZA.G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO		
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)		
<b>Diametro</b>	8 pulgadas		
<b>Designación</b>	No. 4 4.75 mm		
<b>Marca</b>	SOIL TEST, INC		
<b>Número de serie</b>	437706		
<b>Procedencia</b>	U.S.A.		
<b>Identificación</b>	NO INDICA		
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2021-08-16		
<b>Fecha de Emisión</b>	Jefe del Laboratorio de Metrología	<b>Sello</b>	
2021-08-16	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES		
			
<b>913 028 621 - 913 028 622</b> <b>913 028 623 - 913 028 624</b>		<b>Av. Chillon Lote 90 B - Comas - Lima - Lima</b> <b>ventas@calibratec@gmail.com</b> <b>CALIBRATEC S.A.C.</b>	

# ANEXOS



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0132 - 2021

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>Designación</b>	<b>No. 10 2 mm</b>	
<b>Marca</b>	<b>ELE INTERNATIONAL</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>141332F89</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📱 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0130 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

**1. Expediente** 1595-2021

**2. Solicitante** TRIPLE GEO E.I.R.L.

**3. Dirección** MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

**4. Instrumento** TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)

**Diametro** 8 pulgadas

**Designación** No. 20  
850 µm

**Marca** SOIL TEST, INC

**Número de serie** NO INDICA

**Procedencia** NO INDICA

**Identificación** IV-0130

**5. Fecha de Verificación** 2021-08-16

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

**Fecha de Emisión**

2021-08-16

**Jefe del Laboratorio de Metrología**

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

**Sello**



☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
CA - IV - 0128 - 2021**

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>Designación</b>	<b>No. 40 425 µm</b>	
<b>Marca</b>	<b>RETSCH</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>611766</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	

**Fecha de Emisión**

**2021-08-16**

**Jefe del Laboratorio de Metrología**

**MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES**

**Sello**



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**  
RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
CA - IV - 0127 - 2021**

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>1595-2021</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO</b>	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>No. 50 300 µm</b>	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	<b>GRAN TEST</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>21996</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>COLOMBIA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-08-16</b>	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📱 CALIBRATEC SAC





# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0126 - 2021

Página 1 de 2

1. Expediente	1595-2021
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 100 150 µm
Marca	SOILTEST, INC.
Número de serie	205549
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2021-08-16

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0125 - 2021

Página 1 de 2

**1. Expediente** 1595-2021

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**2. Solicitante** TRIPLE GEO E.I.R.L.

**3. Dirección** MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

**4. Instrumento** TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)

**Diametro** 8 pulgadas

**Designación** No. 200  
75  $\mu\text{m}$

**Marca** FORNEY

**Número de serie** NO INDICA

**Procedencia** U.S.A.

**Identificación** IV-0125

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Verificación** 2021-08-16

**Fecha de Emisión**

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📱 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0124 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	1595-2021	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>TRIPLE GEO E.I.R.L.</b>	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	ELE INTERNATIONAL	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>Modelo</b>	CL-20417	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Código de Identificación</b>	IV-0124	
<b>Tipo de contador</b>	ANALÓGICO	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2021-08-16	

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📱 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
CA - IV - 0124 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

**6. Método de Verificación**

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

**7. Lugar de Verificación**

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	20.5 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA-170-2021
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

**10. Observaciones**

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.  
(\* ) Serie grabado en el instrumento



☎ 913 028 621 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

**INFORME DE VERIFICACIÓN**  
**CA - IV - 0124 - 2021**

 Área de Metrología  
 Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

**11. Resultados**

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

## DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.20	149.60	125.40

## HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO		
Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

## DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01

Fin del Documento



# ANEXOS



## PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 066 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 01416-2020
2. Solicitante CCOPA GORDILLO ELIZABETH
3. Dirección JR. PICHACANI 114 - SANTA ROSA - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo HORNO
  - Alcance Máximo 300 °C
  - Marca PERUTEST
  - Modelo PT-H136
  - Número de Serie 0127
  - Procedencia CHINA
  - Identificación NO INDICA
  - Ubicación NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-11-27

Fecha de Emisión

2020-11-27

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo

# ANEXOS



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

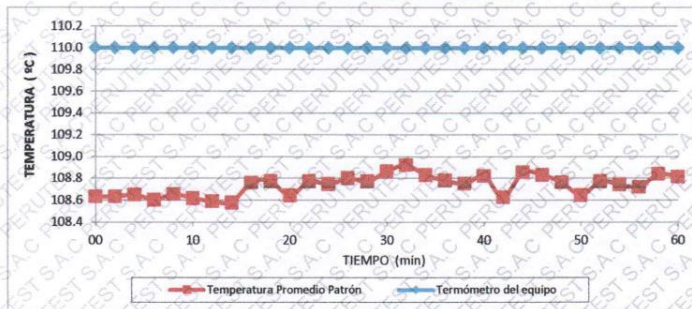
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 066 - 2020

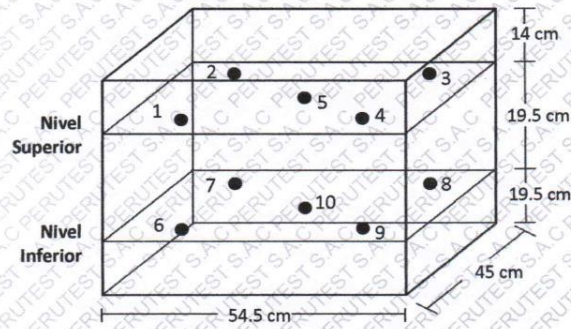
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

#### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$



#### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo

# ANEXOS

 <b>PERUTEST S.A.C</b> EQUIPOS E INSTRUMENTOS		<b>CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO</b> <b>SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA</b> <b>RUC N° 20602182721</b>	
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Masas		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LM - 0231 - 2020</b>	
		Página 1 de 4	
<b>1. Expediente</b>	<b>01416-2020</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
<b>2. Solicitante</b>	<b>CCOPA GORDILLO ELIZABETH</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
<b>3. Dirección</b>	JR. PICHACANI 114 - SANTA ROSA - PUNO - PUNO - PUNO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>6200 g</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
<b>División de escala (d)</b>	<b>0.1 g</b>		
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>0.1 g</b>		
<b>Clase de exactitud</b>	<b>II</b>		
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>		
<b>Modelo</b>	<b>NVT6201ZH</b>		
<b>Número de Serie</b>	<b>8341346471</b>		
<b>Capacidad mínima</b>	<b>2.0 g</b>		
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>		
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2020-11-27</b>		
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>2020-11-27</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
		 <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	
<b>913028621 - 913028622</b> <b>913028623 - 913028624</b> <b>ventas@perutest.com.pe</b> <b>www.perutest.com.pe</b>		<b>Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos</b> <b>San Martín de Porres - Lima</b> <b>SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo</b>	



# ANEXOS



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**

**RUC N° 20602182721**

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**PT - LM - 0231 - 2020**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

#### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.3 °C	21.5 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	-10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003499 \text{ g}^2 + 0.000000000 \text{ g}^2)} = 0.00700 \text{ g}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000120 R$$

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

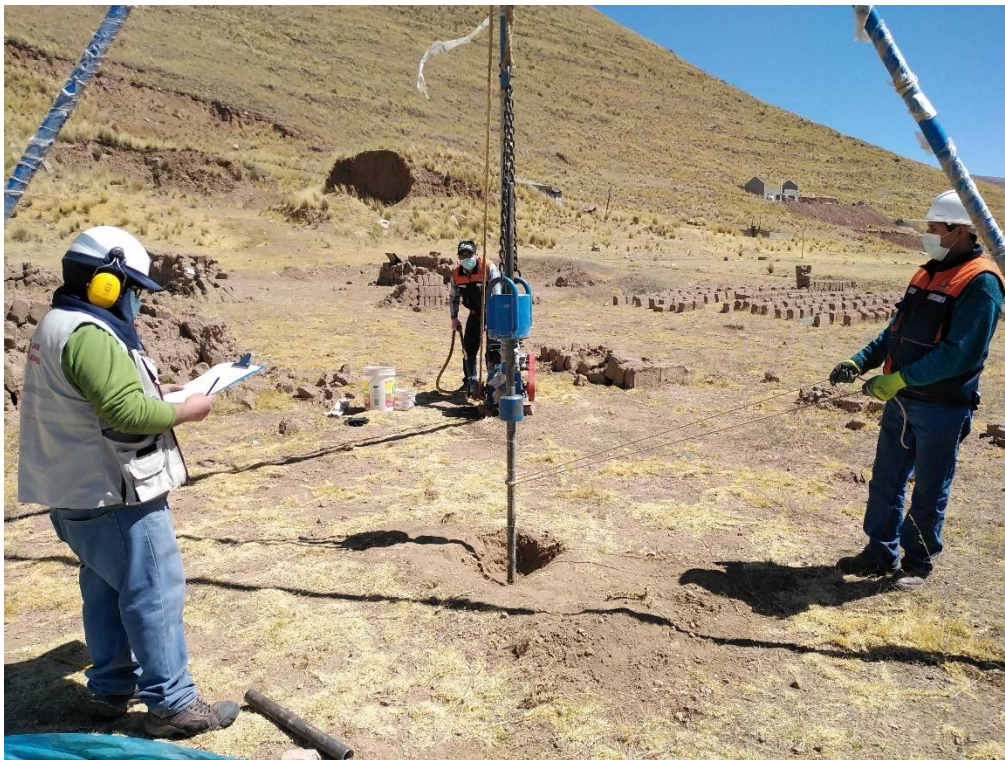
Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo

## ANEXOS

### Anexo 11 Panel Fotográfico:



Ensamblado de equipo para ensayo de penetración estándar

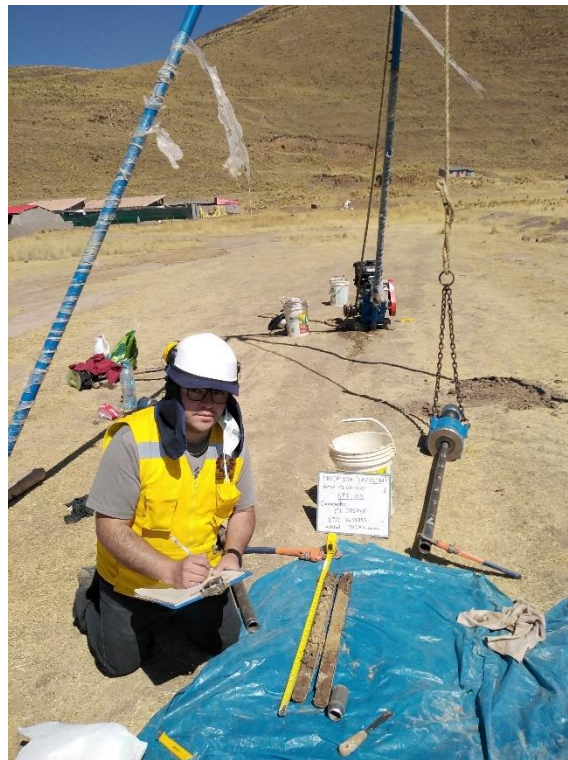


Conteo de Número de Golpes de Campo

## ANEXOS



Preparación de Punto para Sondaje SPT



Muestreo con Caña Partida e Identificación de Suelos

## ANEXOS



Embolsado y etiquetado de muestras para ensayos de laboratorio



Preparación de muestras para ensayos de laboratorio

## ANEXOS



Determinación de la densidad del suelo por volumen

### Anexo12 Porcentaje Turnitin.

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&o=1668087885&u=1120344545&student\_user=1&lang=es

feedback studio ARTURO DANIEL PEÑA ZUÑIGA SPT EN SUELOS COHESIVOS

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Título de la Tesis**  
**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS COHESIVOS APLICANDO EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN JULIACA, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Resumen de coincidencias**  
**15 %**

Se están viendo fuentes estándar.  
Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
2	documentop.com	1 %
3	Entregado a Universidad...	1 %
4	ri.ues.edu.sv	1 %
5	hdl.handle.net	1 %
6	repositorio.unsm.edu.pe	1 %
7	repositorio.uandina.edu...	1 %
8	Entregado a Universidad...	<1 %
9	idoc.pub	<1 %
10	repositorioacademico...	<1 %
11	qdoc.tips	<1 %

Página: 1 de 71 Número de palabras: 14015 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 04:52 p.m. 07/10/2021

## ANEXOS

### Anexo 12 Cálculo del tamaño de la muestra:

La normativa E050 (2018), indica que la profundidad mínima alcanzar en cada punto de exploración no será menor a 3 metros en estructuras sin sótano y de 6 metros en estructuras con sótano (p. 32).

NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN	
TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA	NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN
I	Uno por cada 225m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
II	Uno por cada 450m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
III	Uno por cada 900m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
IV	Uno por cada 100m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habitación urbana para viviendas Unifamiliares de hasta 3 niveles	3 por cada hectárea de terreno por habilitar
Los números de puntos de exploración nunca será menor a 3	

**Fuente: (E050, 2018, p. 32)**