UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

"CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZANGARO, DEPARTAMENTO DE PUNO"

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERU

2023

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

NOMBRE DEL TRABAJO

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO D

AUTOR

YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE

RECUENTO DE PALABRAS

21387 Words

RECUENTO DE CARACTERES

116454 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

253 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

26.9MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 25, 2023 11:44 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 25, 2023 11:47 AM GMT-5

5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d

- 5% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 4% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

Vo Bo

Ing. Raul Palomino A.
Asesor.

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica
DIRECCION INVESTIGACION
FIGEM - UNA

Dra. Sofia Lourdes Benavente Fernandez
Directora de la Unidad de Investigación
EPIG

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis va dedicado a mi madre Clara Praxedes Canahuire de Ramos, por ser el motor y motivo para llegar a ser un profesional, a mi padre Meliton Ramos Flores por su apoyo, a mis hermanas Liset Maribel, Liz Nelida por estar apoyándome y animándome para culminar mi carrera, a mi hermano Armando Yuri quien me enseño que la vida está lleno retos y para llegarlos uno tiene que luchar para conseguirlos.

A mi amigo, primo, hermano y padrino Ing. Msc Edwin Ramos y su esposa Doris, quienes me apoyaron y aconsejaron en mi preparación para la universidad, como también a mis tíos y primos.

También va dedicado a una persona especial que me brindo todo su apoyo y seguimiento en la elaboración del presente trabajo de tesis D.E.Q.A.

Como olvidar de dedicar a las personas que me apoyaron y que el día de hoy ya no están a mi lado pero desde el cielo aun me siguen apoyando

Yem Roger Ramos Canahuire

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por permitirme cumplir un día más de vida, acompañarme en cada paso de mi vida junto a mi familia.

Como también agradezco a mi asesor de tesis al MSc Leonel Palomino Ascencio, quien con su conocimiento, asesoría y paciencia me ayudaron a elaborar mi presente proyecto de tesis.

También al Laboratorio Ingeoplesca C&C. por permitirme realizar los ensayos de laboratorio para los resultados de investigación, al Ing. Julio Escobedo Arizaca por los consejos y ayuda en los ensayos como también a su esposa la Lic. Victoria Lourdes Pari Humpiri por el apoyo brindado.

Agradezco a mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Geológica, por sus enseñanzas, consejos para prepararnos en la vida profesional.

A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano por haberme acogido durante mi etapa de formación profesional.

Finalmente agradezco a todas las personas que estuvieron apoyándome en cada paso de la elaboración de mi tesis.

Yem Roger Ramos Canahuire

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN **18**

ABSTRACT **19**

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **20**

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA **21**

1.2.1 Problema general 21

1.2.2 Problemas específicos 21

1.3 JUSTIFICACIÓN **21**

1.4 HIPOTESIS **22**

1.4.1 Hipótesis general 22

1.4.2 Hipótesis específicas 22

1.5 OBJETIVOS **22**

1.5.1 Objetivo general 22

1.5.2 Objetivos específicos 22

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES 23

2.1.1 Antecedentes Internacionales 23

2.1.2 Antecedentes Nacionales 24

2.1.3 Antecedentes Locales 25

2.2 ORIGEN Y FORMACION DE LOS SUELOS 25

2.2.1 Física 26

2.2.2 Química 26

2.2.3 Biológica 27

2.3 TIPOS DE SUELOS 28

2.3.1 Suelos granulares 28

2.3.2 Suelos cohesivos 29

2.3.3 Suelos orgánicos 31

2.4 IDENTIFICACION DE SUELOS 31

2.4.1 Composición granulométrica 31

2.4.2 Forma de las partículas 32

2.4.3 Color del suelo 33

2.4.4 Tacto 34

2.5 GEOTECNIA 34

2.6 ESTUDIO GEOTECNICO 35

2.7 CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUBSUELO 36

2.7.1 Estudio de mecánica de suelos 36

2.7.2 Ensayos de laboratorio 37

2.7.3 Propiedades físicas de los suelos 38

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.7.3.1 Contenido de humedad 38

2.7.3.2 Análisis granulométrico por tamizado 39

2.7.3.3 Límites de consistencia 42

2.7.4 Propiedades mecánicas del suelo 46

2.7.4.1 Corte directo 46

2.7.4.2 Ventajas e inconvenientes del ensayo de corte directo 47

2.7.4.3 Ángulo de fricción 48

2.7.4.4 Cohesión 49

2.8 CLASIFICACION DE LOS SUELOS 50

2.8.1 Sistema de Clasificación SUCS 50

2.8.2 Sistema de Clasificación AASHTO 55

2.9 INFLUENCIA DE LA MINERALOGIA EN LAS PROPIEDADES GEOTECNICAS 56

2.9.1 Minerales de arcilla de interés geotécnico 57

2.9.2 Composición cristaloquímica 57

2.9.3 Arcillas expansivas 59

2.10 RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE LOS SUELOS 62

2.10.1 Criterio de rotura 62

2.11 CAPACIDAD PORTANTE 64

2.11.1 Método de Terzaghi 64

2.11.2 Factor de seguridad 66

2.12 FORMACIONES GEOLOGICAS 67

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 69

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 69

3.3 POBLACION Y MUESTRA 69

3.4 INSTRUMENTOS Y RECOLECCION DE DATOS 69

3.4.1 Materiales y equipos 69

3.4.2 Recopilación de información 70

3.4.3 Trabajos en campo 71

3.4.4 Trabajos en laboratorio 71

3.4.5 Trabajo en gabinete 72

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN 73

4.1.1 Ubicación política 73

4.1.2 Ubicación geográfica 74

4.1.3 Límites del Distrito de Tirapata 74

4.1.4 Accesibilidad 75

4.1.5 Condición climática 75

4.1.6 Vegetación 76

4.2 GEOLOGIA LOCAL 77

4.2.1 Formación Azángaro (NQ-az) 77

4.2.2 Depósitos cuaternarios (Q) 77

4.2.2.1 Depósitos aluviales (Qh-al) 77

4.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL 78

4.3.1 Sistema antrópico 78

4.3.2 Sistema fluvial 78

4.3.2.1 Lecho fluvial 78

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

4.3.2.2 Bofedales 79

4.3.3 Sistema volcánico – montañoso 79

4.3.3.1 Laderas y taludes 79

4.3.3.2 Pie de monte 79

4.4 SISMICIDAD 80

4.4.1 Factor de zona (Z) 80

4.4.2 Tipo de suelo y Periodo predominante 81

4.4.3 Perfil Tipo S2: Suelos intermedios 81

4.5 SISMOS QUE MARCARON LA HISTORIA DE LA REGION PUNO 82

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS 86

5.1.1 Investigación geotécnica del subsuelo 86

5.1.1.1 Calicatas 86

5.1.2 Descripción de la conformación del Subsuelo del área de estudio 87

5.1.3 Ensayos de laboratorio 91

5.1.3.1 Ensayos estándar 91

5.1.3.2 Ensayos especiales 95

5.1.4 Perfiles estratigráficos y características geotécnicas 97

5.2 RESULTADOS DE LA CAPACIDAD PORTANTE 103

5.2.1 Capacidad portante del terreno de fundación 103

5.2.1.1 Calculo de la capacidad de carga admisible 103

VI. CONCLUSIONES 108

VII. RECOMENDACIONES 109

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 110

ANEXOS 112

Área: Ingeniería Geotécnica

Tema: Cimentación para construcción de Edificaciones

FECHA DE SUSTENTACION: 02 de mayo 2023

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción del color de suelo. 33

Tabla 2: Cantidad mínima de espécimen de material húmedo. 39

Tabla 3: Cantidad mínima a ensayar según tamaño de partículas. 39

Tabla 4: Tamices para granulometría. 40

Tabla 5: Características de suelos según sus índices de plasticidad. 45

Tabla 6: Prefijos-Grupo principal a que pertenece el suelo. 51

Tabla 7: Sufijos-subdivisiones dentro de los grupos principales. 51

Tabla 8: Comparación de los grupos de clasificación de suelos AASHTO y SUCS. 56

Tabla 9: Grupo de las esmectitas. 60

Tabla 10: Normas para trabajo de campo. 71

Tabla 11: Ensayos de laboratorio con sus normas. 72

Tabla 12: Ubicación del proyecto de tesis. 74

Tabla 13: Distancia de accesibilidad a la zona del proyecto. 75

Tabla 14: Factor de Suelo S. 82

Tabla 15: Periodos TP y TL. 82

Tabla 16: Reporte de movimientos sísmicos en el Departamento de Puno 2020. 84

Tabla 17: Reporte de los movimientos sísmicos en el Departamento de Puno 2021. . 85

Tabla 18: Reporte de los movimientos sísmicos en el Departamento de Puno 2022. . 85

Tabla 19: Ubicación y profundidad de las calicatas. 87

Tabla 20: Resumen de los análisis granulométricos. 93

Tabla 21: Resumen de los ensayos de límites de consistencia. 94

Tabla 22: Resumen de los parámetros de resistencia. 96

Tabla 23: Resumen de las características geotécnicas. 102

Tabla 24: Datos para hallar la capacidad admisible. 104

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de formación de suelos. 26

Figura 2: Formación de suelos. 27

Figura 3: Tamaño de partículas. 32

Figura 4: Forma de partículas. 33

Figura 5: Color de suelos. 34

Figura 6: Aplicación de la Ingeniería Geotécnica. 35

Figura 7: El suelo como sistema particulado. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002).... 37

Figura 8: Curva granulométrica de un suelo. Fuente: (Mamani, 2022) 40

Figura 9: Curva granulométrica. Fuente (Muelas) 42

Figura 10: Limites de Atterberg. Fuente: (Braja, 2015) 43

Figura 11: Prueba de límite líquido: (a) dispositivo de límite líquido, (b) herramienta de ranurado, (c) porción de suelo antes de la prueba, (d) porción de suelo después de la prueba. Fuente: (Braja, 2015) 44

Figura 12: Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla limosa. Fuente: (Braja, 2015) 44

Figura 13: Realización de cilindros de limite plástico. Fuente: (Mamani, 2022) 45

Figura 14: Diagrama de un arreglo de prueba de corte directo. Fuente: (Braja, 2015). 46

Figura 15: Esquema del aparato de corte directo. Fuente (Gonzales de Vallejo, 2002) 47

Figura 16: Obtención de la envolvente de rotura y los parámetros de resistencia al corte (c', ø') a partir de un ensayo de corte directo drenado. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002) 47

Figura 17: Clasificación SUCS. Fuente: (Molina, 2016) 52

Figura 18: Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo. Fuente: (ASTM D2487) 53

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Figura 19: Carta de Casagrande para los suelos cohesivos. Fuente: (Mamani, 2022) 54

Figura 20: Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limo inorgánico y suelos arcillosos. Fuente: (ASTM D2487)..... 55

Figura 21: Clasificación AASHTO. Fuente: (Molina, 2016)..... 55

Figura 22: Imágenes microscópicas de distintos suelos arcillosos, caolinita (izquierda) y halloysita (derecha). Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)..... 58

Figura 23: Estructuras fundamentales de las arcillas (tetraedro de sílice y octaedro de alúmina). Fuente: (Rodrigo, 2018)..... 58

Figura 24: Combinación de láminas T-O-T formando una partícula de arcilla. Fuente: (Rodrigo, 2018)..... 59

Figura 25: Cambio de volumen en función de la composición mineralógica. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002) 60

Figura 26: Absorción de agua por ósmosis. Fuente: (Rodrigo, 2018)..... 61

Figura 27: Influencia de la composición mineralógica en la plasticidad. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002) 62

Figura 28: Grado de expansividad en función de distintas propiedades geotécnicas. Fuente: (Rodrigo, 2018)..... 62

Figura 29: Criterio de rotura de suelos fuente (Gonzales de Vallejo, 2002)..... 63

Figura 30: Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).Fuente: (Braja, 2015) 64

Figura 31: Coeficientes de capacidad de carga calculados por Terzaghi. Fuente: (Rodríguez, 2020)..... 66

Figura 32: Ubicación política del Distrito de Tirapata. Fuente: (Propia)..... 73

Figura 33: Ubicación del proyecto de tesis. Fuente: (propia) 74

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Figura 34: Accesibilidad a la Zona de proyecto de tesis. Fuente: (Google Earth) 75

Figura 35: Resumen del clima de la zona de proyecto. Fuente:(Weather Spark) 76

Figura 36: Mapa de macrozonas sísmicas del territorio peruano. Fuente: (RNE-E 030, 2016) 81

Figura 37: Rotura horizontal de la muestra frente a esfuerzos de carga. 96

Figura 38: En la calicata 01 observamos en el perfil dos estratos en la parte superior limo inorgánico y en la parte inferior arcillas como la caolinita de media plasticidad, con las características geotécnicas de cada estrato. 97

Figura 39: En la calicata 02 se tiene dos estratos en su estratigrafía, en la parte superior esta conformado por gravas limosas y en la parte inferior arcillas de plasticidad media, con las características geotécnicas de cada estrato. 97

Figura 40: En la calicata 03 encontramos su estratigrafía por dos estratos, en la parte superior conformado por suelos de limos inorgánicos y en la parte inferior por arcillas de plasticidad media como la caolinita y sus características geotécnicas. 98

Figura 41: En la calicata 04 encontramos intercalaciones en su estratigrafía, encontrándose cuatro estratos en el estrato superior limos inorgánicos, seguido por arenas limosas, en el tercer estrato arcillas de plasticidad media y en la parte inferior encontramos arenas arcillosas, con las características geotécnicas de cada estrato. 98

Figura 42: En la calicata 05 encontramos el perfil estratigráfico conformado por cuatro estratos, en la parte superior encontramos limos inorgánicos, en el segundo estrato arenas limosas, en el tercer estrato encontramos arcillas de plasticidad

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

media, y en el cuarto estrato encontramos arenas arcillosas, con sus respectivas características geotécnicas. 99

Figura 43: En esta calicata podemos encontrar un estrato único en su perfil estratigráfico formado de suelo como arcillas de plasticidad media, con sus características geotécnicas de los resultados de los ensayos de laboratorio. 99

Figura 44: En la calicata 07podemos encontrar tres estratos, en la parte superior una mezcla de limos inorgánicos con arcillas limosas, en la parte del medio de la estratigrafía una mezcla de arenas limosas - arcillosas, y en la parte inferior arcillas con plasticidad media, cada estrato tiene sus características geotécnicas y el espesor de cada estrato. 100

Figura 45: La calicata 08 tiene un perfil estratigráfico similar a la calicata anterior, en la parte superior mezcla de limos inorgánicos con arcillas limosas, en la parte del medio arenas limosas - arcillosas, en la parte inferior arcillas de plasticidad media, cada estrato con sus profundidades y características geotécnicas 100

Figura 46: En la calicata 09 encontramos su perfil estratigráfico similar a las dos calicatas anteriores donde los suelos de terreno de fundación tienen similares características geotécnicas y profundidades variables en la potencia de cada estrato. 101

Figura 47: En la calicata 10 el perfil estratigráfico tiene tres estratos en la parte superior encontramos limos inorgánicos, en el estrato del medio mezcla de arenas limosas - arcillosas, en la parte inferior arcillas de plasticidad media, y cada estrato con su medición respectiva de su potencia y características geotécnicas. 101

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Figura 48: Se realiza el cálculo de la capacidad de carga admisible a la calicata 02 al estrato inferior de suelo como arcillas de plasticidad media, luego de haber hallado el ángulo de fricción, cohesión; se puede observar que los valores aumentan a medida que se profundiza la cimentación..... 105

Figura 49: La calicata 04 se le realiza la capacidad de carga admisible a la muestra cuatro formado por arenas arcillosas, dando valores superiores a comparación de las arcillas aumentando así sus valores al profundizar para la cimentación. .. 105

Figura 50: La calicata 05 también está conformado por arenas arcillosas en el estrato cuatro, dando valores similares a la calicata 04, aumentando así sus valores de capacidad de carga admisible a medida que se va profundizando la cimentación. 106

Figura 51: En la calicata 06 se le hace el cálculo de capacidad de carga admisible a la arcilla de plasticidad media, esta calicata es de estrato único y teniendo un ángulo de fricción menor al de las arenas arcillosas..... 106

Figura 52: La capacidad de carga admisible de la calicata 08, tiene un suelo conformado por arcillas de plasticidad media en el tercer estrato, aumentando sus valores a medida que se profundiza la cimentación para la construcción de la estructura del centro educativo. 106

Figura 53: En la calicata 10 se puede observar resultados similares a la calicata 08, en el cálculo de la capacidad de carga admisible, debido a que encontramos suelos como arcillas de plasticidad media 107

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ASTM : American Society for Testing and Materials. Sociedad Americana de Prueba de Materiales

ASTHO : American Association of State Highways and Transit Officials Asociación de autoridades estatales de tránsito y carreteras.

B : Ancho de la zapata o cimiento corrido en metro

C´ : Cohesión en (kg/cm²)

C : Arcillas.

Df : Profundidad de la cimentación

EMS : Estudio de mecánica de suelos.

FS : Factor de Seguridad

G : Gravas

I.E.P. : Institución Educativa Primaria

IP : índice de Plasticidad

LL : Límite Líquido

LP : Limite plástico

M : Limos.

Mm : Milímetro

MTC : Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NTP : Norma Técnica Peruana

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Nc, Nτ, Nq : Parámetros que son función del ángulo de fricción.

O : Orgánicos.

Pt : Turba.

Qad : Capacidad portante admisible en kg/cm²

qul : Capacidad última de carga en kg/cm².

S : Arenas.

SUCS : sistema unificado de clasificación de los suelos. Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales.

UTM : Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator

WGS 84 : Sistema geodésico mundial 1984

Wh : Peso de suelo húmedo

Ws : Peso de suelo seco

Wω : Peso agua

ω : Humedad expresada en porcentaje

ϕ : Angulo de fricción

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

RESUMEN

El presente proyecto trata de la caracterización geotécnica para la construcción de la I.E.P. N° 72026 Pedro Vilcapaza del Distrito de Tirapata, Departamento de Puno, cuyo objetivo principal fue determinar las características geotécnicas del terreno de fundación, teniendo en consideración las propiedades físicas y mecánicas que tienen los suelos, donde se determinó los parámetros geotécnicos del suelo a partir de los ensayos en el laboratorio. La metodología utilizada es cuantitativa y descriptiva, donde consiste en la recolección de datos para aplicar su interpretación y comportamiento del suelo frente a las cargas de las estructuras. Se tiene como resultados que geológicamente en la zona del proyecto de tesis está la Formación Azángaro, y en los estudios geotécnicos para el subsuelo se realizó 10 calicatas a cielo abierto; determinándose que los suelos encontrados en la parte superior están dados por limos inorgánicos con arcillas (ML-CL); con humedad natural de 17.49% a 19.58%, en el medio de la estratigrafía hay arenas limosas a arcillosas (SM), (SC) con contenido de humedad de 10.34% a 15.44%, y en la parte inferior podemos encontrar arcillas (CL), con humedad natural que varía 21.21% a 28.82% y su índice de plasticidad varía entre 8.95% a 9.47%. En cuanto a las propiedades mecánicas, las arenas arcillosas su ángulo de fricción va desde 26.1° a 26.5°, con cohesión de 0.39 kg/cm^2 a 0.40 kg./cm^2, en las arcillas su ángulo de fricción va desde 23.2° a 24°,con una cohesión de 0.55 kg./cm^2 a 0.57 kg./cm^2. Para la carga admisible de una cimentación cuadrada se obtuvo valores en las arenas arcillosas de 1.34 kg./cm^2 a 1.48 kg./cm^2 y en las arcillas valores de 1.04 kg./cm^2 a 1.10kg./cm^2. Con la caracterización de parámetros geotécnicos se llega a concluir de manera satisfactoria con los objetivos propuestos para el presente proyecto de tesis.

Palabras Clave: Caracterización geotécnica, Capacidad portante, Corte directo, Laboratorio, Suelos

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ABSTRACT

This thesis project deals with the geotechnical characterization for the construction of the I.E.P. N° 72026 Pedro Vilcapaza of the District of Tirapata, Department of Puno, whose main objective was to determine the geotechnical characteristics of the foundation land taking into account the physical and mechanical properties of the soils, where the geotechnical parameters of the soil were determined from tests in the laboratory. The methodology used is quantitative and descriptive, where it consists of data collection to apply its interpretation and behavior of the soil against the loads of the structures. The results are that geologically, the Azángaro Formation is in the area of the thesis project, and in the geotechnical studies for the subsoil, 10 open pits were carried out; determining that the soils found in the upper part are given by inorganic silt with clays (ML-CL); with natural moisture from 17.49% to 19.58%, in the middle part of the stratigraphy there are silty to clayey sands (SM),(SC) with moisture content from 10.34% to 15.44%, and in the lower part we can find (CL) clays, with natural moisture which varies from 21.21% to 28.82% and its plasticity index varies between 8.95% to 9.47%. Regarding the mechanical properties, the clayey sands friction angle ranges from 26.1° to 26.5°, with cohesion from 0.39 kg/cm2 to 0.40 kg/cm2, in clays its friction angle ranges from 23.2° to 24° , with a cohesion of 0.55 kg./cm2 to 0.57kg./cm2. For the admissible load of a square foundation, values were obtained in the clayey sands from 1.34kg./cm2 to 1.48kg./cm2 and in the clay values from 1.04kg./cm2 to 1.10kg./cm2. With this characterization of the geotechnical parameters, it is possible to conclude satisfactorily with the objectives proposed for this thesis project.

Keywords: Bearing capacity, Direct shear, Geotechnical characterization, Laboratory, Soils

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el Departamento de Puno, así como en todo el Perú uno de los problemas son las estructuras deficientes en la construcción de las instituciones educativas, estas a falta de estudios geotécnicos, la cual muchos centros educativos necesitan mejoramientos en las estructuras y cimentaciones. El presente proyecto de tesis comprende la caracterización geotécnica del terreno de fundación de los suelos de la I.E.P. N° 72026 Pedro Vilcapaza del Distrito de Tirapata, Provincia de Azángaro, Departamento de Puno basándonos en la norma técnica E. 050 suelos y cimentaciones.

Para la caracterización geotécnica se tuvo que hacer el reconocimiento del área donde se realizara la construcción, delimitar el área para poder marcar los puntos y determinar el número de calicatas necesarios, donde se conocerán las propiedades físicas – mecánicas a partir de los ensayos estándares y especiales en laboratorio, clasificación de suelos, así poder hallar la capacidad admisible del suelo frente a la carga de la estructura donde se construirá el centro educativo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un estudio de suelos es importante porque nos permite realizar la caracterización geotécnica, describir la estratigrafía, conocer las propiedades físicas y mecánicas de un suelo, desde la secuencia litológica de las diferentes capas y su espesor de cada uno de ellos, hasta la capacidad de resistencia del suelo. Por lo tanto, es de suma importancia realizar un estudio geotécnico para conocer sus características geotécnicas del área donde se realizara el proyecto para evitar problemas en el proceso de construcción incluso posterior a ello.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

En la actualidad la mayoría de los proyectos ejecutados para construcciones de centros educativos no suelen tomar en cuenta los estudios geotécnicos, las condiciones del suelo donde se realizara la construcción, ya que la base de todo proceso constructivo está en los cimientos y si el suelo es adecuado para realizar una construcción. Los problemas que se originan con el paso del tiempo son los asentamientos, agrietamientos en su estructura y algunas veces el colapso de las estructuras las cuales originan daños y perjuicios a los estudiantes de los centros educativos.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Qué características geotécnicas tiene el terreno de fundación?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué parámetros geotécnicos tendrá el terreno de fundación?
- ¿Qué capacidad portante tiene el terreno de fundación?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Las edificaciones en el Perú son deficientes debido a la mala construcción en muchas de ellas se ve que la infraestructura no cumple con las condiciones para una buena educación y pone en peligro la integridad de sus estudiantes, estas debido a la falta de estudios geotécnicos al momento de la ejecución del proyecto por la cual los centros educativos están con fisuras, suelos colapsando, infraestructuras cayéndose.

El presente proyecto de investigación permitirá que se pueda tener datos del subsuelo y sus características geotécnicas que nos permitirá garantizar el diseño de cimentación, el comportamiento del terreno interactuando entre el suelo y la estructura, mediante la aplicación de mecánica de suelos para la ejecución del terreno de fundación para el diseño de cimentación de la construcción, estas enmarcadas a las normas técnicas

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

para garantizar la vida útil de las infraestructuras de la I.E.P. Pedro Vilcapaza del Distrito de Tirapata, Provincia de Azángaro, Departamento de Puno.

1.4 HIPOTESIS

1.4.1 Hipótesis general

Las características geotécnicas del terreno de fundación del área donde se construirá la I.E.P. Pedro Vilcapaza son buenas y favorables.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Los parámetros geotécnicos ayudan a determinar las características físicas y mecánicas del suelo.
- La determinación de la capacidad portante del suelo es buenas y estables.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Determinar las características geotécnicas del terreno de fundación para la construcción de la I.E.P. Pedro Vilcapaza del Distrito de Tirapata, Provincia de Azángaro, Departamento de Puno.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros geotécnicos del terreno de fundación.
- Determinar la capacidad portante del terreno de fundación.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Las propiedades geotécnicas de un suelo, como su distribución granulométrica, plasticidad, compresibilidad y resistencia cortante, se pueden evaluar mediante pruebas de laboratorio adecuadas. Además, recientemente se ha puesto énfasis en la determinación in situ de las propiedades de resistencia y deformación del suelo, puesto que este proceso evita alterar las muestras durante la exploración de campo. Sin embargo, ante ciertas circunstancias, no todos los parámetros necesarios se determinan, debido a razones económicas o de otra índole. Para evaluar la precisión de los parámetros del suelo, ya sea que se hayan determinado en el laboratorio o en el campo, o bien que se hayan supuesto, el ingeniero debe tener un buen conocimiento de los principios básicos de mecánica de suelos. Al mismo tiempo, debe darse cuenta de que los depósitos naturales de suelos sobre los que se construyen las cimentaciones no son homogéneos en la mayoría de los casos. Así pues, el ingeniero debe tener una comprensión completa de la geología del área, es decir, el origen y la naturaleza de la estratificación del suelo y también de las condiciones del agua en el subsuelo **(Braja, 2012).**

En la Caracterización Geológica-Geotécnica del Sur de La Ciudad de Quito. Tiene como objetivo general; Realizar la caracterización geológica-geotécnica del subsuelo en el Sur de la Ciudad de Quito en función de los resultados del análisis de sus propiedades geomecánicas, donde tiene como planteamiento de problema, realizar una zonificación geológica geotécnica para establecer parámetros para la planificación y diseño de cimentación en obras de

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ingeniería, así con un marco geológico regional, estructural, sismicidad, como también hacer estudios de mecánica de suelos donde se realizara la clasificación de los suelos, propiedades físicas y mecánicas de los suelos, para finalmente llegar a la conclusión que mediante la zonificación geológico-geotécnica se identificaron cinco zonas o unidades geotécnicas: Zona I (Excelente), Zona II (Buena), Zona III (Normal), Zona IV (Mala) y Zona V (Muy Mala), mediante los mapas temáticos determinados por tecnología de superposición se describieron anteriormente como: mapas geológicos y mapas geomorfológicos **(Avilés, 2013).**

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En la evaluación geotécnica del terreno de fundación, donde tiene como objetivo evaluar las características geológicas, geotécnicas del terreno de fundación, para ello se utiliza una metodología cuantitativa y cualitativa donde el tipo de estudio es explicativo y descriptivo, donde se desarrolla una evaluación geotécnica del terreno del subsuelo, con topografía de llanura aluvial, las propiedades físico - mecánicas de los suelos varían, ya que tienen un ángulos de fricción de 25.8° a 34.9°, como también una cohesión de 0 a 0.14kg/cm², limite liquido de 20 a 40 %, límite plástico de 17 a 21 % y finalmente un índice de plasticidad de 3 a 19 %. Puesto de la naturaleza del terreno se recomienda utilizar una cimentación superficial; tales como zapatas y cimientos corridos, también se está recomendando para cuatro plantas, 1.30 m de fondo y una capacidad portante es 1.35 kg/cm², este es el plan constructivo más adecuado **(Mamani, 2022).**

En la caracterización geotécnica del suelo y roca, donde el objetivo general es plasmar la caracterización del suelo –rocas con el fin de construir pozas sedimentadoras aplicando un análisis geotécnico de la zona de estudio ubicado en Cienega, y como objetivos específicos tiene que seleccionar muestras

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

representativas para la ejecución de los ensayos en campo y laboratorio para poder determinar las características geomecánicas y así analizar e interpretar los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio **(Chapillequen, 2017).**

2.1.3 Antecedentes Locales

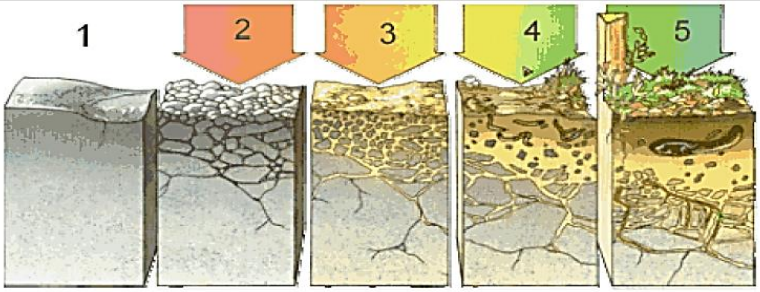
En su evaluación geológica y geotécnica, a partir de los estudios geotécnicos se pudo conocer las propiedades de los suelos como: tensión admisible del terreno en Kg/cm2, densidad de la tierra, profundidad del nivel freático, ángulo de rozamiento del terreno, cohesión aparente, su expansividad, etc. Con los estudios geológico y geotécnico de los terrenos de fundación espera garantizar la sostenibilidad de la infraestructura, y poder conocer sus posibles deficiencias que pueden presentar en la construcción de su infraestructura. Llegando a la conclusión que el área de estudio consta de sedimentos cuaternarios que incluyen a los limos y arcillas, arena y grava suelta depositada por las corrientes de agua, y encontrándose nivel freático en el nivel -3.70m., según la exploración de las calicatas C-1, C-2, C-3 **(Pari, 2018).**

2.2 ORIGEN Y FORMACION DE LOS SUELOS

En la formación de los suelos su origen es a partir de los macizos rocosos que constituyen la roca madre que se ve afectada por procesos de meteorización, tanto física, química y biológica. Luego mediante agentes naturales los productos de la meteorización pueden ser transportados causando erosión en las rocas, estos materiales se depositaran posteriormente, y mediante diversos fenómenos se consolidara el suelo. (Rodrigo, 2018)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional



(1) Roca madre; (2) Acción mecánica; (3) Acción química; (4) Acción biológica; (5) Acción conjunta mecánica-química-biológica.

Figura 1: Proceso de formación de suelos. Fuente: (Rodrigo, 2018)

Las acciones climáticas con la erosión en sus tres fases:

2.2.1 Física

Esta fase está dado debido a los cambios térmicos; lo que origina dilataciones diferenciales de los diferentes minerales y da lugar a acciones y fisuras internas, como también por la acción del agua existen arrastres de los fragmentos ya erosionados; posible acción directa por congelación lo que produce tensiones internas por el aumento del volumen del hielo con respecto al agua a lo largo del tiempo. Las acciones físicas tienden a romper la roca madre y a dividirla en fragmentos cada vez más pequeños donde pueden ser separados de las rocas por agentes activos (agua, viento y gravedad), llevados a otros puntos donde continua la acción erosiva. Es decir, tienden a crear partículas que forman parte del suelo (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.2.2 Química

Esta tiene su origen en fenómenos de hidratación (por ejemplo, cuando pasa de anhidrita o sulfato hemihidratado a yeso o sulfato dihidratado), disolución (sales como el sulfato en agua), oxidación (como los minerales de hierro con efectos ambientales), etc. Mediante esta acción por lo tanto tiende a disgregar como a cementar lo que significa que puede ayudar a la acción física para posteriormente cementar los productos formados, dando unión química a las

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

partículas pequeñas, tamaño de suelos, aunque en una gran mayor parte contribuye en destruir (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.2.3 Biológica

Son producidas por la actividad bacteriana induciendo putrefacción de los materiales orgánicos con también están dado por las raíces aprovechando los espacios están dados por la ayuda de la acción física y química, y mezclando el producto con otras partículas de origen físico-químico.

Todo ello se dan a fenómenos de disgregación por medio de la alteración y/o meteorización para una transformación de la roca. En un perfil la roca madre ocupa la parte inferior y alejado de la superficie, y el suelo ocupa la parte superior; cuando el suelo permanece in situ sin ser transportado se les conoce como suelo residual, como cuando sufre transporte, forma depósitos coluviales, aluviales, fluviales, etc. Se denomina suelos transportados (Gonzales de Vallejo, 2002).

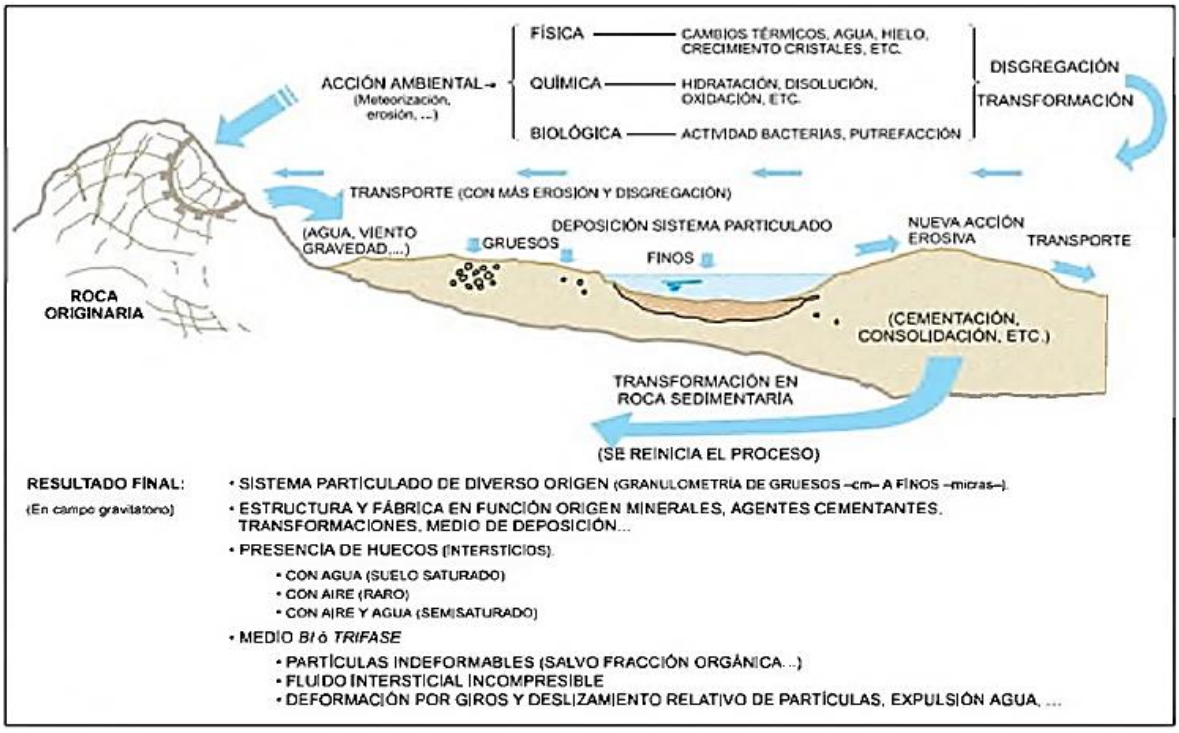


Figura 2: Formación de suelos. Fuente: (Gonzales de vallejo, 2002)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.3 TIPOS DE SUELOS

2.3.1 Suelos granulares

Los suelos granulares están conformadas por partículas de agregados que no tienen cohesión estas debido a su gran tamaño, se originan por procesos de meteorización física, así como por el tipo de condiciones de transporte y sus características granulométricas. La característica de importancia de este suelo son su buena capacidad portante, y alta permeabilidad, lo que permite un buen drenaje en presencia de cargas externas, su capacidad para drenar el agua es directamente proporcional al tamaño de partículas, y la arena, grava entran en esta categoría, las características resistentes de estos suelos son determinadas por su ángulo de rozamiento entre sus partículas (Avilés Ponce, 2013).

Se distinguen dos grandes grupos en esta clase de suelos: como las gravas y arenas.

Gravas: son la acumulación suelto de los fragmentos de rocas con tamaño de grano entre unos 8-10 cm y 2 mm; cuando son transportados por las aguas las gravas sufren desgaste de sus aristas para terminar redondeadas. Como material suelto se suelen encontrar en los lechos de ríos, márgenes y en los conos de los ríos, también en muchas depresiones y otros lugares que hayan sido transportados (Castrejón, 2018).

Norma Técnica Peruana (2001). Menciona que las gravas son partículas de rocas que pasan el tamiz de 75mm (3”) y son retenidas en el tamiz de 4.75 mm (N°4), con las siguientes subdivisiones:

Grava Gruesa: pasa el tamiz de 75mm (3”) y es retenida en el tamiz de 19,0mm (3/4”)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Grava Fina: pasa el tamiz de 19,0mm (3/4”) y es retenida en el tamiz de 4,75mm (N°4).

Arenas: es el nombre que se le da al material de arena procedente del meteorizado de las roca o de su quebrantamiento artificial con diámetros de partículas que varían entre 2 mm y 0.05 mm. El inicio de la arena son similares al de la grava, los mismos que suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. Las arenas de los ríos contienen muy a menudo proporciones de gravas, arenas y arcillas. Las arenas estando limpias no se contraen al secarte, no son plásticas menos compresibles (Castrejón, 2018).

Norma Técnica Peruana (2001) menciona que las arenas son partículas de roca que pasan el tamiz de 4.75mm (N°4 y son retenidos en el tamiz de 75µm (N°200) con las siguientes subdivisiones:

Arena Gruesa: pasa el tamiz 4,75mm (N°4) y es retenido en el tamiz de 2,0mm (N°10).

Arena Media: pasa el tamiz de 2,0mm (N°10) y es retenido en el tamiz de 425 µm (N°40).

Arena Fina: pasa el tamiz 425 µm (N°40) y es retenido en el tamiz de 75 µm (N°200) (p, 5)

2.3.2 Suelos cohesivos

En los suelos cohesivos desde el punto de vista mecánico, la principal propiedad de un suelo cohesivo es la cohesión, hasta que se satura, la cohesión se define como la fuerza entre partículas provocada por la humedad del suelo, siempre que no esté saturado. Entre los suelos cohesivos se encuentran los limos (tienen de origen físico) y arcillas (están formadas por agregados de partículas

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

microscópicas resultados de la meteorización química), estas se diferencian debido a sus propiedades plásticas, se caracterizan por su baja permeabilidad y su alta compresibilidad, tanto así que estos suelos pueden colapsar comprimiéndose de forma brusca (Avilés Ponce, 2013).

Limo: Es un tipo de suelo entre 0,060 y 0,002 mm (algunas normas dicen que este último valor debe ser de 0,005 mm, pero prácticamente no hay ninguna consecuencia entre estas dos divisiones). Retienen mejor el agua que los tamaños más grandes; Haciendo una pasta de agua - limo poniéndola en tu mano, puedes ver como el agua sale fácilmente cuando la golpeas con la mano (Gonzales de Vallejo, 2002).

Arcilla: Formada a partir de partículas de menor tamaño que el limo (0,002 mm). Estas ya son partículas del tamaño de un gel que requieren transformaciones químicas para lograr estos tamaños. Están formados principalmente por minerales de silicato y consisten en cadenas de elementos tetraédricos y octaédricos (con iones de silicio en el centro de cada estructura regular), unidos por enlaces covalentes débiles que permiten la entrada de moléculas de agua entre las cadenas. A veces se produce un aumento de volumen (recuperable cuando el agua se evapora). Todo ello supone una capacidad de retención de agua muy alta (pequeños huecos en las partículas con una gran superficie de absorción y una estructura que permite la retención de agua), por lo que suelen ser los materiales más problemáticos (tiempos de consolidación muy largos). o expulsar la humedad bajo presión (Gonzales de Vallejo, 2002).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.3.3 Suelos orgánicos

El suelo orgánico se forma por la descomposición de restos orgánicos de origen animal o vegetal; son también los suelos que cubren los primeros metros de la superficie y se caracterizan por una baja capacidad portante, alta compresibilidad y poca resistencia al agua. Se dice que este tipo de suelo es desfavorable para el sitio de cualquier obra de infraestructura, por lo que debe eliminarse mediante limpieza (Avilés Ponce, 2013).

2.4 IDENTIFICACION DE SUELOS

La identificación y descripción de los suelos se realiza en un laboratorio, donde comprende las siguientes determinaciones.

2.4.1 Composición granulométrica

Los suelos raras veces están formados por un solo tamaño de partícula, sino habitualmente están por una mezcla de numerosos tamaños.

La fracción gruesa se reconoce fácilmente de manera visual, se compara el tamaño de las partículas de una muestra extendida en una superficie plana o sobre la palma de una mano, no ocurre lo mismo con la fracción fina para lo cual, con una escala granulométrica se determina su composición granulométrica presentada en la tabla siguiente:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Fracciones	Subdivisiones	Diámetro de partículas (mm)
Suelos muy gruesos	Grandes piedras	>630
	Piedras	200 < Ø < 630
	Guijarros	63 < Ø < 200
Suelos gruesos	**Grava**	**2,0 < Ø < 63**
	Grava gruesa	20 < Ø < 63
	Grava media	6,3 < Ø < 20
	Grava fina	2,0 < Ø < 6,3
	Arena	**0,063 < Ø < 2,0**
	Arena gruesa	0,63 < Ø < 2,0
	Arena media	0,2 < Ø < 0,63
	Arena fina	0,063< Ø < 0,2
Suelos finos	**Limos**	**0,002 < Ø < 0,063**
	Limos gruesos	0,02 < Ø < 0,063
	Limos medios	0,006 < Ø < 0,02
	Limos finos	0,002 < Ø < 0,006
	Arcillas	**Ø ≤ 0,002**

Figura 3: Tamaño de partículas. Fuente: (Garrido de la Torre, 2015)

2.4.2 Forma de las partículas

La forma de las partículas refleja el tamaño y el modo de transporte. Los orígenes coluviales tienen un transporte de gravedad muy corto (sin agua), y estas producen clasto anguloso. A medida que los materiales ingresan al sistema fluvial comienza el desgaste y las partículas pierden su angulosidad. (Mamani, 2022)

Los fragmentos pueden presentar formas diferentes se identifica atendiendo tres criterios: angulosidad de las partículas, forma y características superficiales.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

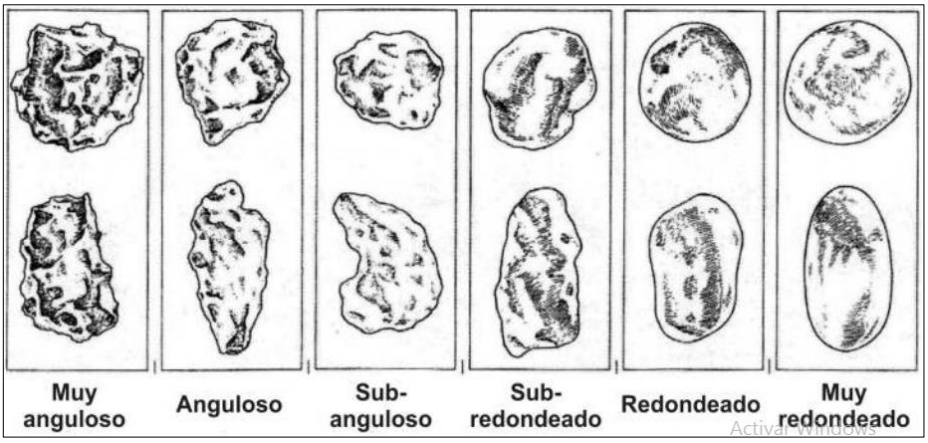


Figura 4: Forma de partículas. Fuente: (Alicante)

2.4.3 Color del suelo

El color es una propiedad importante en la identificación de suelos de materiales de origen geológico. Procesos como la desecación o la oxidación pueden cambiar rápidamente el color de suelo en contacto con el aire, se debe tener precaución en suelos finos con compuestos de óxido de hierro en un estado saturado, para describir el color en un corte resiente de la superficie y bajo la luz solar.

Si la muestra contiene capas o estratos de diferentes colores estos deben de anotarse y deben describiré los colores representativos, para realizar esta descripción se combina el color básico con tonalidad y nivel de color o intensidad.

Tabla 1: Descripción del color de suelo.

COLOR BÁSICO	INTENSIDAD (TONALIDAD)	VALOR (INTENSIDAD)
ROSA		
ROJO	ROSADO	
AMARILLO	ROJIZO	
MARRÓN	AMARILLENTO	
VERDE OLIVA	CASTAÑO	CLARO
VERDE	VERDOSO	OSCURO
AZUL	AZULADO	
BLANCO	GRISÁCEO	
GRIS		
NEGRO		

Fuente: (Garrido de la Torre, 2015)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

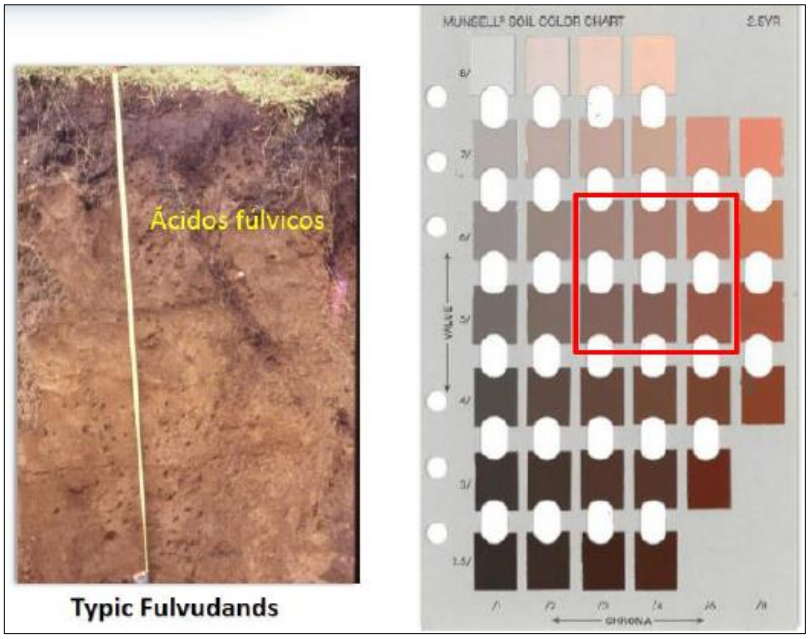


Figura 5: Color de suelos. Fuente: (Mamani, 2022)

2.4.4 Tacto

El tacto nos ayuda a tener criterios para diferenciar muestras de suelo, las arenas son ásperas, en cambio los limos son suaves pero secos y las arcillas tienen tacto suave y grasiento. Por otro lado los limos se secan rápidamente sobre los dedos al momento de la fricción y se despenden con facilidad sin dejar huella; mientras que las arcillas se pegan a los dedos al momento de hacer fricción en la muestra y se secan lentamente sobre ellos.

2.5 GEOTECNIA

La geotecnia es una disciplina donde se combinan la ingeniería y la geología donde abarca los campos de mecánica de suelos y la mecánica de rocas; la aplicación de la geotecnia incluye la predicción, prevención o mitigación frente a un daño causado por desastres naturales, deslizamientos, hundimientos, asientos, etc. La geología juega un rol importante en la aplicación de la mecánica de suelos y rocas.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Figura 6: Aplicación de la Ingeniería Geotécnica. Fuente: (Mamani, 2022)

2.6 ESTUDIO GEOTECNICO

Un estudio geotécnico son actividades que comprenden un conjunto de actividades que nos permiten adquirir información del terreno tanto geológico como geotécnico, estos se perciben en el estudio en situ, investigaciones del terreno, el análisis de muestras para el esquema y edificación del proyecto en apoyo con el suelo de manera que asegure un comportamiento adecuado de la estructura de la edificación para la preservación de la vida humana, como también evite la afectación o daño de las construcciones vecinas.

Para realizar un proyecto geotécnico de una cimentación se realiza un estudio geotécnico, ya que a través de ello se realiza su análisis de resistencia y deformabilidad

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

del terreno de fundación, tipo de cimentación recomendada, cargas admisibles y por último se redacta las recomendaciones constructivas (Gonzales de Vallejo 2002).

2.7 CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA DEL SUBSUELO

2.7.1 Estudio de mecánica de suelos

La acción antrópica del ser humano, altera las condiciones del medio natural al realizar excavaciones, explanaciones, sembríos, etc. La respuesta del suelo frente a los cambios físicos - mecánicos depende de su composición y característica, por ejemplo, las condiciones geológicas del área de estudio y las características asociadas a la actividad humana en el medio natural.

La respuesta de la topografía es compleja y depende principalmente de uno o más materiales preexistentes en el área de estudio y del tipo de actividad a la que están sometidos. La respuesta cambia ligeramente cuando el terreno es suelo, material suelto depositado por la erosión sobre rocas preexistentes y la acción de agua o del aire.

Desde el punto de vista de la ingeniería geológica, el suelo se define como un agregado de minerales unidos por fuerzas débiles de contacto, separables por medios mecánicos de poca energía o por la acción del agua (Gonzales de Vallejo 2002)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

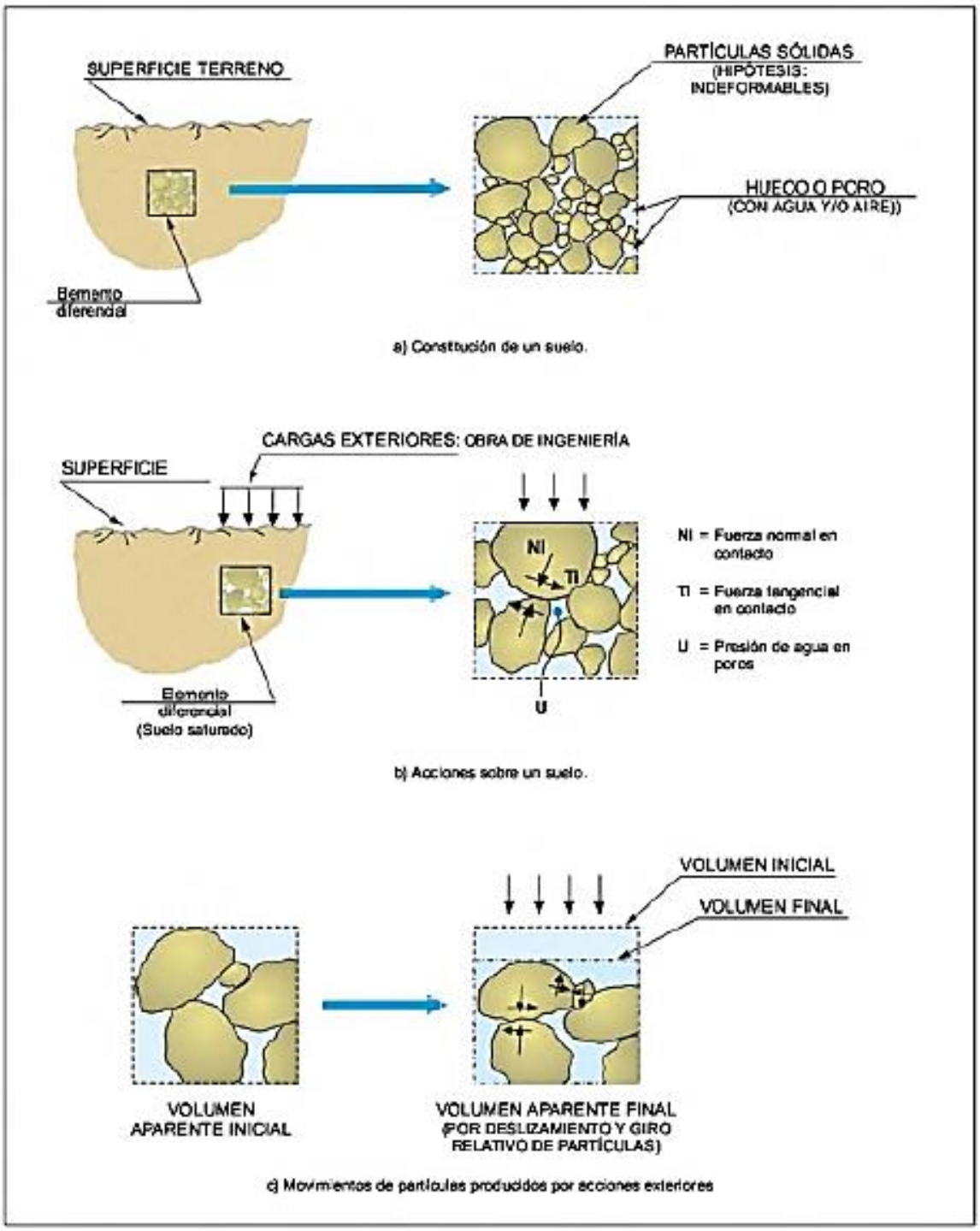


Figura 7: El suelo como sistema particulado. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

2.7.2 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizan a cada muestra representativa obtenidas en campo de la zona del proyecto de investigación para obtener sus propiedades físicas y mecánicas.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.7.3 Propiedades físicas de los suelos

2.7.3.1 Contenido de humedad

El contenido de humedad del suelo es la relación del cociente del peso de las partículas sólidas, y el uso del agua que guarda, esto se expresa en términos de porcentaje, es decir razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra determinada. (Braja , 1999).

Este ensayo está basado en la norma ASTM-D-2216. Donde se determina secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C, el peso del suelo que permanece luego del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas; la pérdida de peso debido al secado en horno es considerada como el peso del agua. (Carlos Crespo Villalaz, 1980). Se expresa en porcentaje:

$$W = \frac{Peso\ de\ agua}{\text{Peso de suelo seco al horno}} * 100$$

$$W = \frac{Wcws - Wcs}{Wcs - Wc} * 100$$

$$W = \frac{\text{Ww}}{\text{Ws}} * 100$$

Donde:

W: Contenido de humedad en porcentaje.

W_{cws}: Peso de la tara más la muestra húmeda en gramos.

W_{cs}: Peso de la tara más la muestra seca en horno en gramos.

W_c: Peso de la tara en gramos.

W_w: Peso del agua, en gramos.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

W_s: Peso de las partículas sólidas en gramos.

Tabla 2: Cantidad mínima de espécimen de material húmedo.

Máximo tamaño de Partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para CH reportados ±0.1%	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para CH reportados a ±1%
2 mm o menos	2.00 mm (N°10)	20 gr	20gr
4.75 mm	4.76 mm (N°10)	100 gr	20gr
9.5 mm	9.52 mm (N°10)	500 gr	50gr
19.0 mm	19.1 mm (N°10)	2.50 kg	250gr
37.5 mm	38.1 mm (N°10)	10 kg	1 kg
75.0 mm	72.2 mm (N°10)	50 kg	5 kg

Fuente: (Castrejón, 2018)

2.7.3.2 Análisis granulométrico por tamizado

El análisis granulométrico por tamizado esta dado dentro los limites en las normas NTP 339.128 o ASTM D422. Este ensayo es muy importante para clasificar apropiadamente un suelo, se debe conocer su distribución granulométrica de acuerdo a la distribución en porcentaje de los distintos tamaños que tiene un suelo. (Castrejón, 2018)

El análisis granulométrico se efectúa tomando una cantidad de muestra de suelo seco, bien pulverizada, pasándolo a través de una serie de tamices de tamaño de malla decreciente geométricamente y sacudiéndolo toda la muestra. Se pesa la cantidad de suelo que queda en cada tamiz y se determina el porcentaje acumulativo de material que pasa a través de cada tamiz (Castrejón, 2018).

Tabla 3: Cantidad mínima a ensayar según tamaño de partículas.

Tamaño máximo de partículas mm	Cantidad mínima a ensayar (kg)
5	0.5
25	10
50	20
80	32

Fuente: (Castrejón, 2018)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Tabla 4: Tamices para granulometría.

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)
3”	76.2
2”	50,8
1 ½ “	38,1
1 “	25,4
¾ “	19,05
⅜”	9,525
Nº 4	4,75
Nº 10	2,0
Nº 20	0,85
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 100	0,15
Nº 200	0,075

Fuente: MTC

A modo de ejemplo, se muestra en la *Figura 8* una gráfica con la distribución granulométrica para los distintos tipos de suelos que permite diferenciar los distintos tamaños de partículas.

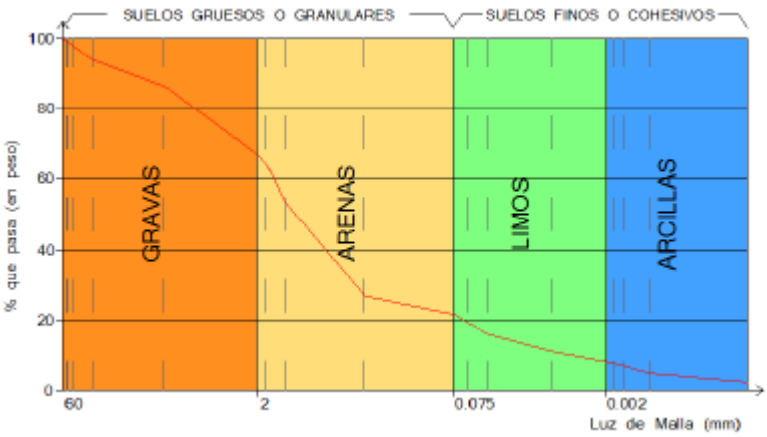


Figura 8: Curva granulométrica de un suelo. Fuente: (Mamani, 2022)

- **Método para análisis mecánico**

Equipo necesario.

-Un juego de tamices normalizado según la tabla anterior.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

-Dos balanzas: con capacidad superior a 20 kg y 200 gr y precisiones de 1 gr. y 0.1 gr respectivamente.

-Horno de secado a temperatura regulable capaz de mantener en 110° ± 5° C.

-Herramientas y accesorios; bandeja metálicas, recipientes y escobilla.

Procedimiento: Se homogeniza cuidadosamente el total de la muestra en estado natural (desmenuzándolo con la mazo), tratando de evitar romper sus partículas individuales, especialmente si se trata de un material blando, piedra arenosa u otra similar.

Se reduce por cuarteo una cantidad de muestra levemente superior a la mínima recomendada según el tamaño máximo de partículas del árido.

Se seca el material ya sea al aire o temperatura ambiente, o bien dentro de un horno a una temperatura inferior a 60° C.

Inmediatamente obtenido el tamaño de las muestras a ensayar, se separa a través de un tamiz 3/8” ASTM (10mm). La fracción retenida en este tamiz se pesa y se lava con el fin de eliminar todo el material fino menor a 0.074mm. Para eso se remoja el suelo en un recipiente con agua hasta que las partículas más finas se suelten, seguidamente se lava el suelo colocando como filtro en la malla N° 200 ASTM (0.08mm), hasta observar que el agua salga limpia y transparente, el material retenido en la malla se deposita en una bandeja y se coloca al horno durante 24 h; cumpliendo el tiempo de secado y una vez se pesa la muestra, para luego depositarlos en las cribas superior del juego de tamices y se registra el peso del material retenido en cada tamiz (Castrejón, 2018).

El porcentaje de suelo que pasa por cada tamiz se traza en un gráfico semilogartmico; el diámetro de las partículas se muestra en una escala logarítmica

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

(abscisas), y el porcentaje de paso se muestra en una escala aritmética, (ordenadas). En la siguiente figura se muestra un ejemplo de esta curva (Muelas).

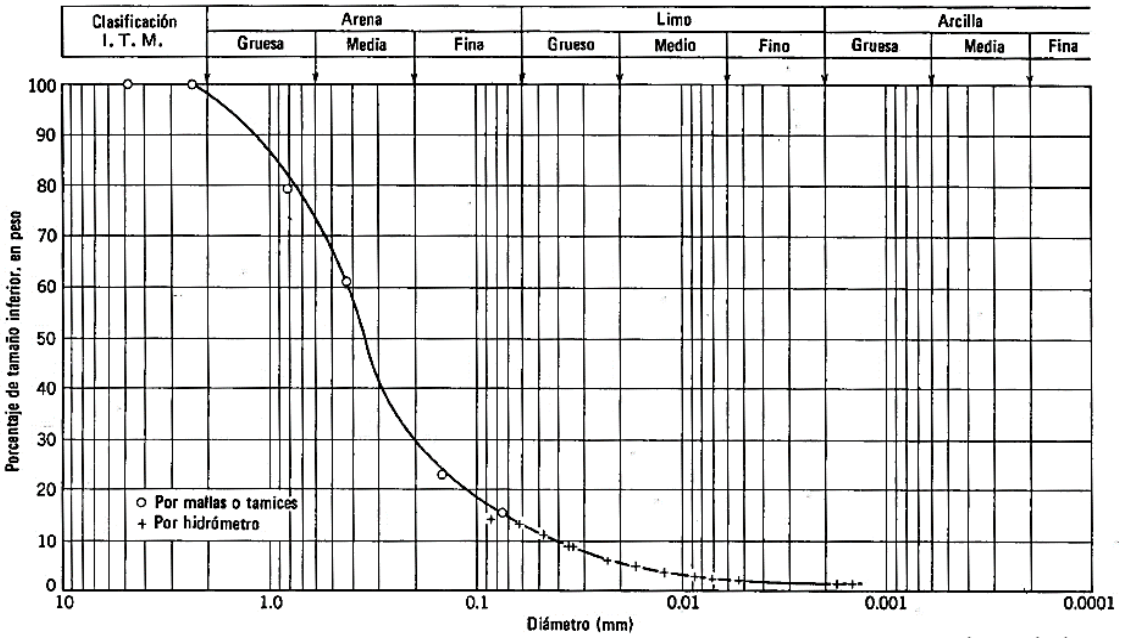


Figura 9: Curva granulométrica. Fuente (Muelas)

Dos parámetros se determinan de las curvas granulométricas de suelos de grano grueso: el coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de graduación, o coeficiente de curvatura (Braja,)(p. 22) estos factores son:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{15}}$$

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

Donde D10, D30 y D60 son los diámetros correspondientes al porcentaje que pasa 10%, 30% y 60%, respectivamente.

2.7.3.3 Límites de consistencia

Los minerales de arcilla están presentes en el suelo de grano fino, el suelo se puede remover en presencia de algo de humedad sin que se desmorone. Esta naturaleza cohesiva se debe al agua adsorbida que rodea a las partículas de arcilla. En 1900, el científico sueco llamado Albert

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Mauritz Atterberg desarrolló un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino con diferentes contenidos de humedad. Con un contenido de humedad muy bajo, el suelo se comporta más como un sólido quebradizo. Cuando el contenido de humedad es muy alto, el suelo y el agua pueden fluir como un líquido. Por lo tanto, dependiendo del contenido de humedad, la naturaleza del comportamiento del suelo puede ser dividido en cuatro estados básicos: *sólido*, *semisólido*, *plástico* y *líquido*, como se muestra en la figura (Braja, 2015).

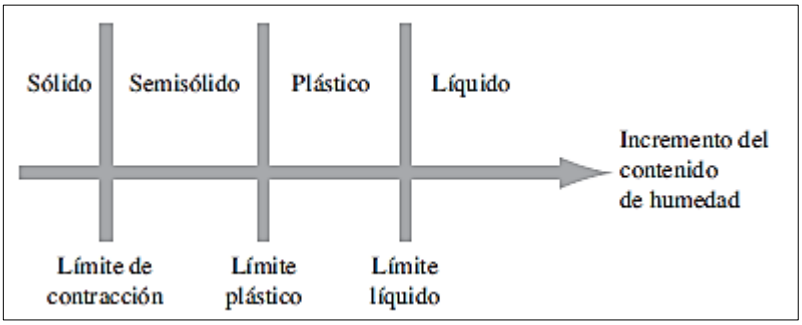


Figura 10: Limites de Atterberg. Fuente: (Braja, 2015)

El contenido de humedad en el punto de transición del estado semisólido al estado plástico es el *límite plástico* y del estado plástico al estado líquido es el *límite líquido*.

- **Limite Líquido**

El procedimiento de prueba de límite líquido especificado por ASTM se denomina ASTM D-4318. Fue difícil ajustar el contenido de humedad del suelo para cumplir con el cierre pretendido de 12.7 mm de la ranura de la pasta de suelo después de 25 golpes. Por lo tanto, se realizan al menos tres pruebas con diferentes contenidos de humedad para determinar el número de golpes *N* necesarios para lograr el cierre, que varía de 15 y 35, necesarios para el cierre. Entonces la copa se eleva con la leva accionada por la manivela y se deja caer desde una altura de 10 mm. El contenido de humedad es necesario para

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

cerrar una distancia de 12.7 mm a lo largo del fondo de la ranura después de 25 golpes (Braja, 2015).

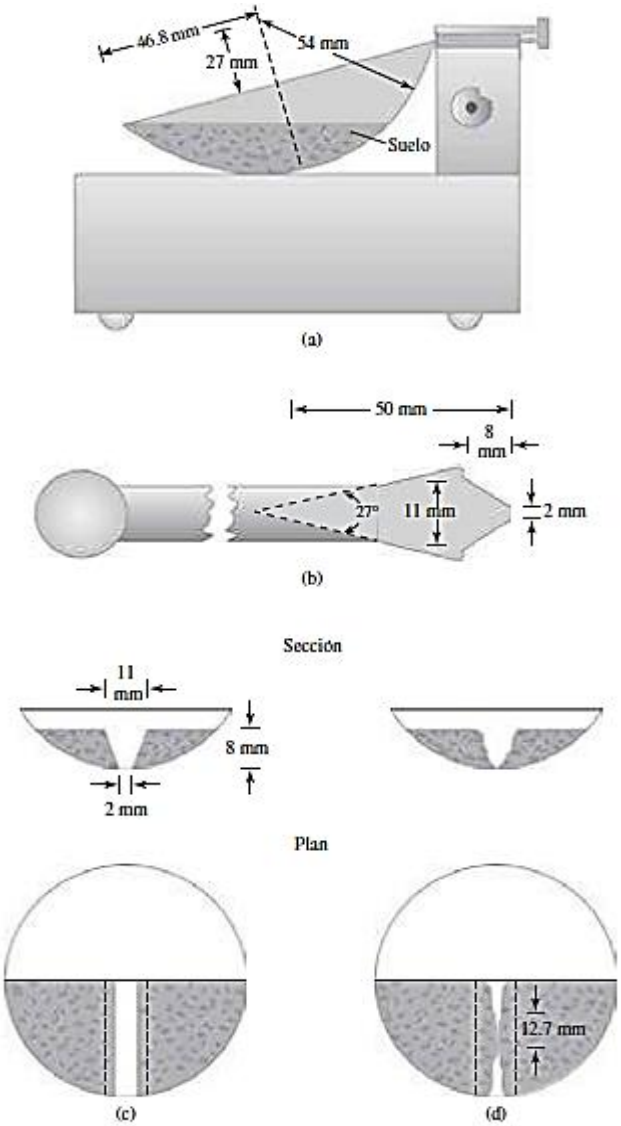


Figura 11: Prueba de límite líquido: (a) dispositivo de límite líquido, (b) herramienta de ranurado, (c) porción de suelo antes de la prueba, (d) porción de suelo después de la prueba. Fuente: (Braja, 2015)

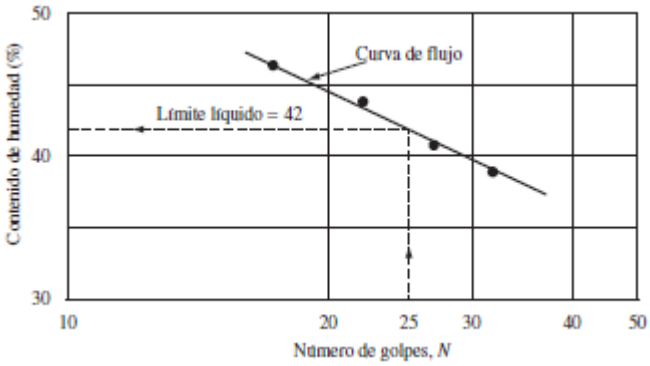


Figura 12: Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla limosa. Fuente: (Braja, 2015)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

- **Limite plástico**

La plasticidad se entiende como la propiedad que tiene el suelo de deformarse sin deformarse se descompone, es el contenido de humedad más bajo en el suelo en este momento. La transición de plástico a semisólido, se puede formar rollos de cilindro de 3 mm. De diámetro, enrollado en la palma de las manos y superficie lisa de una placa de vidrio esmerilado (Gonzales de Vallejo, 2002).

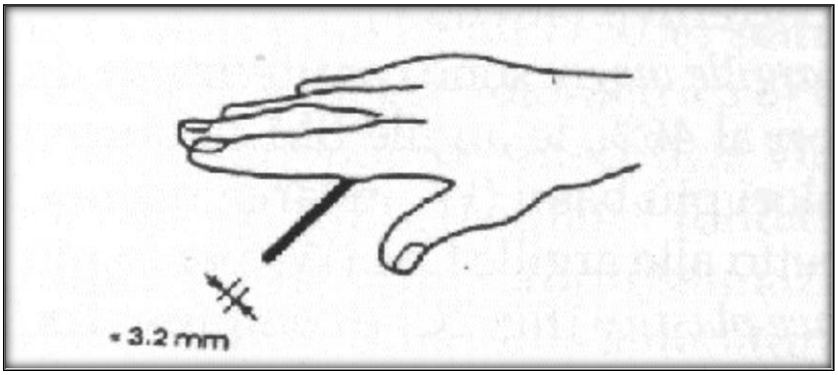


Figura 13: Realización de cilindros de limite plástico. Fuente: (Mamani, 2022)

- **Índice de Plasticidad**

Es el valor numérico de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

IP= LL – LP

Tabla 5: Características de suelos según sus índices de plasticidad.

IP	Características	Tipo De Suelos	C<
0	NP	Arenoso	No cohesivo
<7	Baja plasticidad	Limoso	Parcialmente cohesivo
7 – 17	Plasticidad media	Arcillo-limoso	Cohesivo
>17	Altamente plástico	Arcilla	Cohesivo

Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.7.4 Propiedades mecánicas del suelo

2.7.4.1 Corte directo

Este modo de operación es adecuado para la determinación rápida de las propiedades de resistencia de materiales drenados y consolidados. Debido a que la ruta de drenaje a través de la muestra es corta, el exceso de presión intersticial se disipa más rápido que otras pruebas de drenaje. La prueba se puede realizar en todo tipo de suelos no perturbados, reformados o compactados. Sin embargo, existe un límite para el tamaño máximo de las partículas presentes en una muestra.

Los resultados de la prueba son adecuados para estimar la resistencia al corte en la situación de campo donde se ha producido una consolidación total con la tensión normal actual. La fractura se produce lentamente en condiciones de drenaje, por lo que se disipa el exceso de presión intersticial. Los resultados de varias pruebas se pueden utilizar para expresar la relación entre el esfuerzo de consolidación y la resistencia al corte en condiciones de drenaje. Una prueba completa en un suelo dado incluye realizar en tres muestras idénticas del mismo material con tres cargas verticales diferentes *(N_1 ,N_2, N_3)* (Gonzales de Vallejo, 2002).

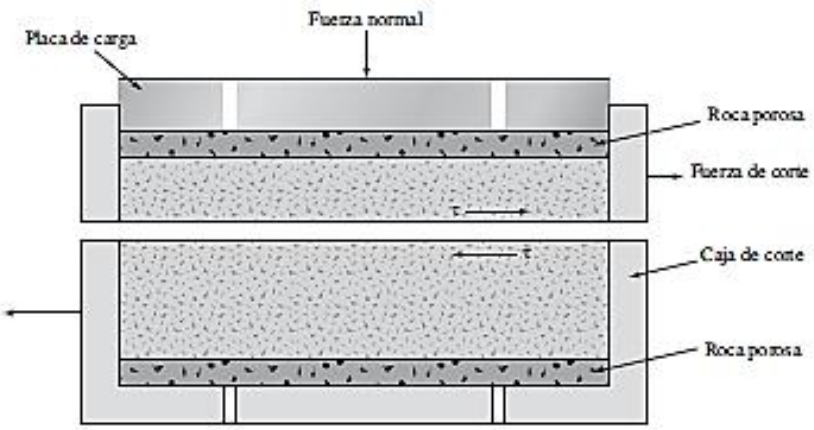


Figura 14: Diagrama de un arreglo de prueba de corte directo. Fuente: (Braja, 2015)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

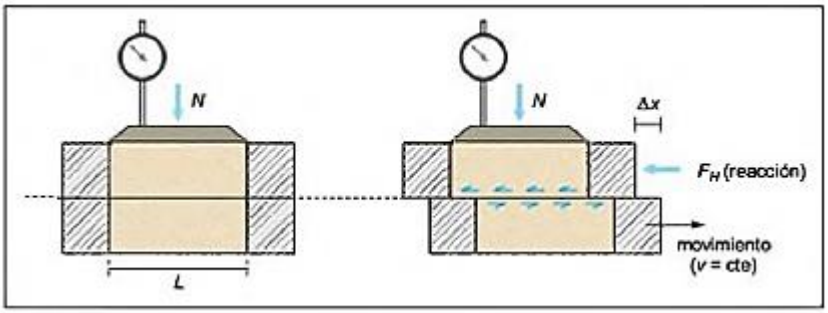


Figura 15: Esquema del aparato de corte directo. Fuente (Gonzales de Vallejo, 2002)

En la Figura 16 se muestran las tensiones tangenciales máximas de las curvas junto con las tensiones efectivas normales iniciales. Como puede apreciarse, los puntos representativos; de los tres ensayos se pueden unir de forma bastante aproximada con una recta, que sería la línea de resistencia intrínseca o envolvente de rotura de la que se pueden fácilmente obtener los parámetros (c', ø) (Gonzales de Vallejo, 2002).

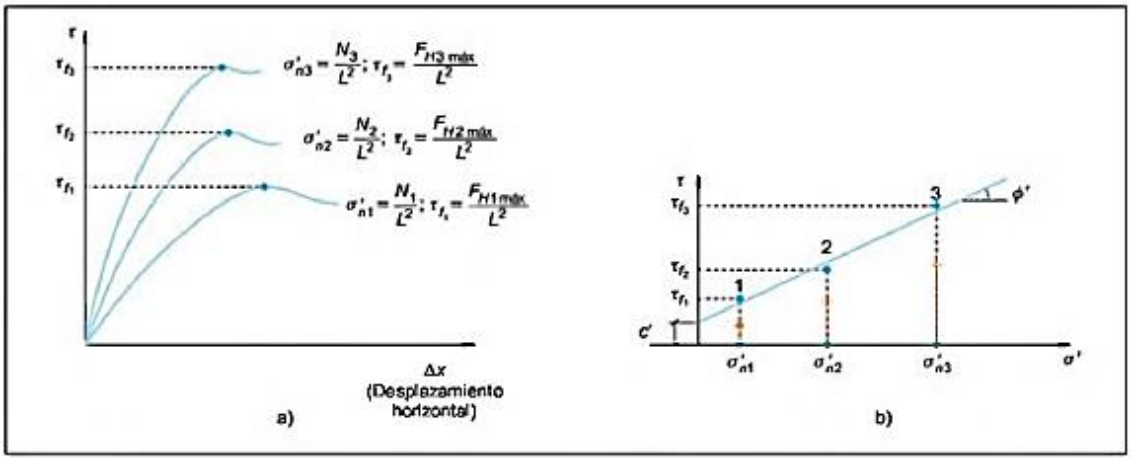


Figura 16: Obtención de la envolvente de rotura y los parámetros de resistencia al corte (c', ø') a partir de un ensayo de corte directo drenado. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

2.7.4.2 Ventajas e inconvenientes del ensayo de corte directo

El sencillo dispositivo de ensayo descrito cuenta con algunas ventajas, así como con una serie de limitaciones.

Las principales ventajas son:

- Es una prueba rápida y económica.
- Su fundamento es elemental.
- Fácil preparación de muestras.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

- Equipado con una gran caja de corte, puede probar materiales de grano grueso.
- Con algunas modificaciones, el mismo principio se puede utilizar para determinar la resistencia de discontinuidades tales como roca, contacto hormigón-suelo, etc.
- Se puede utilizar para medir la resistencia residual de la arcilla.

Hablando de limitaciones cabe mencionar que:

- La superficie de rotura es limitada.
- La distribución desigual de la tensión en la superficie de corte.
- Por lo general, la presión intersticial no se puede medir, por lo que la única forma de controlar el drenaje es variar la velocidad de corte horizontal.
- El área de contacto de las superficies de corte disminuye con el desplazamiento horizontal relativo entre los dos lados de la caja (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.7.4.3 Ángulo de fricción

El ángulo de fricción es una representación matemática del coeficiente de fricción, el cual es un concepto fundamental en física:

$$\text{Coeficiente de rozamiento} = \text{Tan } \varphi$$

El ángulo de fricción en suelo granular seco coincide con el ángulo de reposo. Todos los suelos tienen fricción. En cambio, los suelos arcillosos tienen fricción muy bajas o insignificante se denominan suelos cohesivos: $\varphi = 0$. El ángulo de fricción (φ) depende de muchos factores; algunos de los más importantes son:

- Un tipo de mineral que forma gramos.
- El tamaño de grano, cuanto mayor sea el tamaño de partícula, mayor será el φ.
- Forma de partículas. Las partículas angulares tienen un φ mayor.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

• Distribución del tamaño de grano o partícula. En suelos bien clasificados, φ es mayor que en los suelos homogéneos.

• Fábrica.

• Densidad.

• Permeabilidad.

• Presión normal.

El ángulo de fricción es el resultado del efecto combinado de todos los factores. Por ejemplo, un ángulo de fricción va ser mayor al elevar su densidad, pero tiende a disminuir cuando la presión normal es muy alta. Para arcillas, el ángulo de fricción depende de las condiciones previas a la consolidación (Molina, 2016).

2.7.4.4 Cohesión

La cohesión es una medida de adherencia entre las partículas de suelo. La cohesión en la mecánica de suelos se le considera para referirse a la resistencia al corte debido a la unión entre las partículas, mientras que en física el término se usa para referirse a la resistencia a la tracción. En los suelos visiblemente granulares la cual no existe ningún tipo de cohesión o muestra que produzca adherencia, la cohesión es igual a cero y a estos suelos se denominan suelos friccionantes o “no cohesivos” (C = 0). (Molina, 2016)

En un suelo no saturado, la presión creada por la succión del agua en los poros conduce a fenómenos de adhesión entre las partículas debido a presiones negativas o fuerzas capilares. La cohesión “aparente” se quita con la saturación. (Molina, 2016)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.8 CLASIFICACION DE LOS SUELOS

El propósito de la clasificación de suelos es dividir los suelos con propiedades similares en grupos y subgrupos según sus propiedades geotécnicas, características mecánicas y su uso en la ingeniería.

Las propiedades ingenieriles básicas que se suelen utilizar las distintas clasificaciones son la distribución granulométrica, los límites de Atterberg de los suelos, que son comúnmente utilizados para aplicaciones ingenieriles (Gonzales de Vallejo, 2002).

Actualmente se utilizan dos sistemas principales de clasificación de suelos que son el American Association of State Highway Officials (AASHTO), y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS o USCS), El primero se utiliza principalmente para evaluar cualitativamente la idoneidad del suelo para material de construcción de las carreteras, mientras que los ingenieros geotécnicos normalmente prefieren utilizar el Sistema Unificado (Aviles Ponce, 2013).

2.8.1 Sistema de Clasificación SUCS

La forma original del sistema fue una propuesta de Casagrande en 1948 para que la utilizara el cuerpo de ingenieros del Ejército en la construcción de aeródromos durante la Segunda Guerra Mundial. En conjunto con el U.S. Bureau of Reclamation, el sistema fue revisado en el año de 1952. En la actualidad, es ampliamente utilizado por los ingenieros (Norma ASTM D-2487) (Braja, 2015).

Su objetivo de esta clasificación es crear un lenguaje común y asociar sus propiedades con ciertos grupos de suelo, ver el suelo como material para la construcción.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Se designa el suelo mediante letras que tienen como referencia a las iniciales de sus nombres en inglés:

Tabla 6: Prefijos-Grupo principal a que pertenece el suelo.

Tipo de Suelo	Prefijo
Grava (**G**ravel)	**G**
Arena (**S**and)	**S**
Limo (**M**ud)	**M**
Arcilla (**C**lay)	**C**
Orgánico (**O**rganic)	**O**
Suelos altamente orgánicos/Turbas (**P**eat)	**Pt**

Fuente: Norma Técnica Peruana.

Tabla 7: Sufijos-subdivisiones dentro de los grupos principales.

Subdivisiones de grupos	Sufijo
Alta plasticidad (**H**igh plasticity)	**H**
Baja plasticidad (**L**ow plasticity)	**L**
Bien graduada (**W**ell graded)	**W**
Mal graduada (**P**oorly graded)	**P**

Fuente: Norma Técnica Peruana.

Como se muestra el Sistema Unificado de Clasificación presenta un gráfico y divide el suelo en dos grandes categorías:

1. El suelo de grano grueso es suelo de grava y arena con menos del 50% en estado natural a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de los grupos comienzan con el prefijo de G o S. G significa grava o suelo de grava, y S significa arena o suelo arenoso.

2. El suelo con grano fino de 50%, a más que atraviesa el tamiz N° 200. Los símbolos de grupo comienzan con el prefijo de M para limos inorgánicos, C para arcillas inorgánicas y O para limos inorgánicos y arcillas inorgánicos. El

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

símbolo Pt se usa para la turba, limo y otros suelos altamente orgánicos (Castrejón, 2018).

CLASIFICACION USC										
FINOS (≥ 50% PASA 0,08mm)				GRUESOS (< 50% PASA 0,08mm)						
Tipo de suelo	Simbolo	Limite liq. (wl)	Indice de plast. (*Ip)	Tipo de suelo	Simbolo	%Acum. En 5mm	*%Pasa 0,08mm	C_u	C_c	Indice de plast. (**Ip)
Limos inorganicos	ML	< 50	< 0,73 (wl-20) o < 4	Gravas	GW	≥ 50% de la fraccion gruesa	< 5	> 4	1 a 3	
	MH	> 50	< 0,73 (wl-20)		GP			Si no cumple requisitos de GW es GP		
Arcillas inorganicas	CL	< 50	> 0,73 (wl-20) y > 7		GM		> 12			< 0,73 (wl-20) o < 4
	CH	> 50	< 0,73 (wl-20)		GC					> 0,73 (wl-20) o > 7
Limos o arcillas organicas	OL	< 50	**wl seco al horno ≤ 75% del wl seco al aire	Arenas	SW	< 50% de la fraccion gruesa	< 5	> 6	1 a 3	
	OH	> 50			SP			Si no cumple requisitos de SW es SP		
Altamente organicos	Pt	Materia organica fibrosa se carboniza, se quema o se hace incandescente			SM		> 12			< 0,73 (wl-20) o < 4
					SC					> 0,73 (wl-20) o > 7
*Si Ip ≡ 0,73 (wl-20) o si Ip entre 4 y 7 e Ip > 0,73 (wl-20), usar simbolo doble: CL-ML, CH-OH				*Entre 5 y 12% usar simbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC						
**Si tienen olor organico debe determninarse adicionalmente wl seco al horno				**Si Ip ≡ 0,73 (wl-20) o si Ip entre 4 y 7 e Ip > 0,73 (wl-20), usar simbolo doble: GM-GC, SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificacion mas plastica Ej: CH-MH en vez de CL-ML				En casos dudosos favorecer clasificacion menos plastica Ej: GW-GM en en vez de GW-GC						
Si wl = 50; CL-CH o ML-MH				$C_U = D_{60}/D_{10}$			$C_C = (D_{30})^2/(D_{60} x D_{10})$			

Figura 17: Clasificación SUCS. Fuente: (Molina, 2016)

Los símbolos de los grupos de los suelos de grava de grano grueso son GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM y GP-GC. Además, hay símbolos del grupo de suelo de grano fino y son CL, ML, OL, CH, MH, OH, CL-ML y Pt.

Los nombres de los diferentes grupos de suelos clasificados según el Sistema de Clasificación Unificado se pueden determinar utilizando las figuras 18 y 19. Al usar estos gráficos, hay que determinar un suelo dado:

• Fracción fina= % que pasa el tamiz núm. 200

• Fracción gruesa = % retenido en el tamiz núm. 200

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

• Fracción grava = % retenido en el tamiz núm. 4

• Fracción arena = (% retenido en el tamiz núm. 200) − (% retenido en el tamiz núm. 4) (Chapilliquen, 2017).

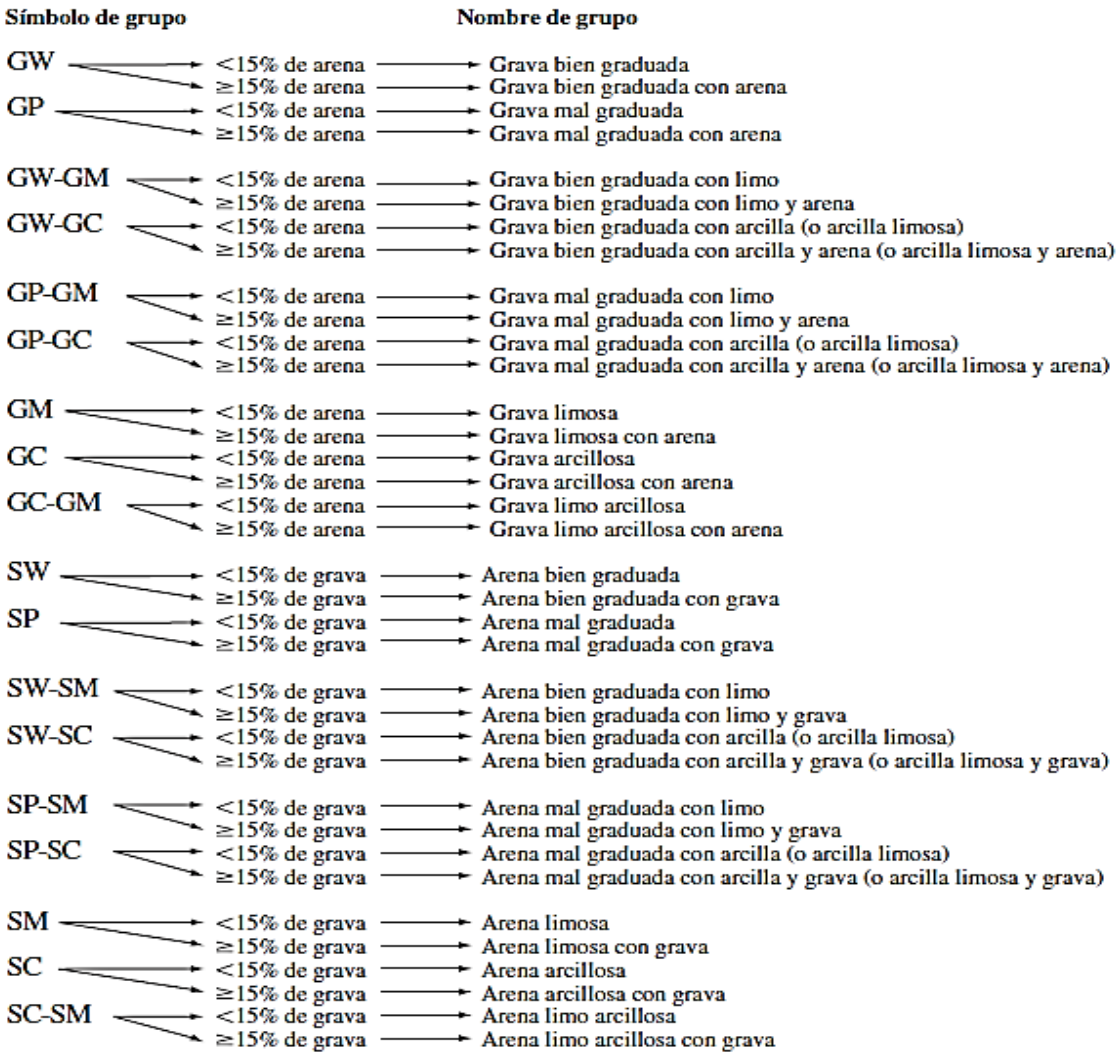


Figura 18: Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo. Fuente: (ASTM D2487)

Después de varias muestras de suelo de grano fino, Casagrande pudo ubicarlos en un gráfico donde el límite líquido (LL) está relacionado con el índice de plasticidad (IP). En este diagrama, llamado diagrama de suelo cohesivo de Casagrande, se destacan dos líneas grandes como restricciones (Chapilliquen, 2017).

Línea A: IP = 0.73 · (LL-20)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Línea B: LL = 50

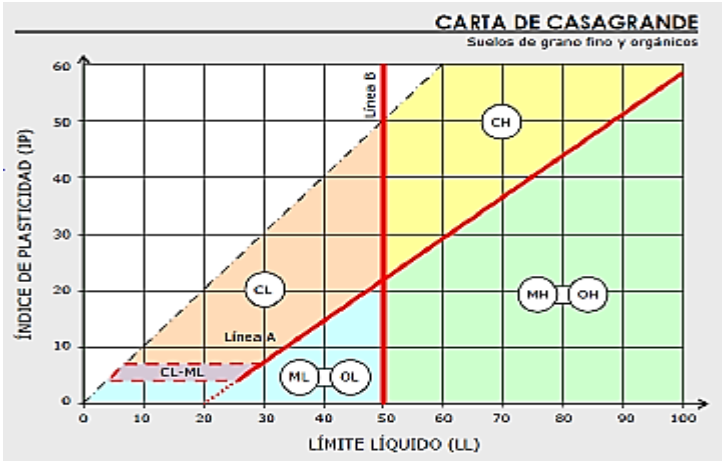
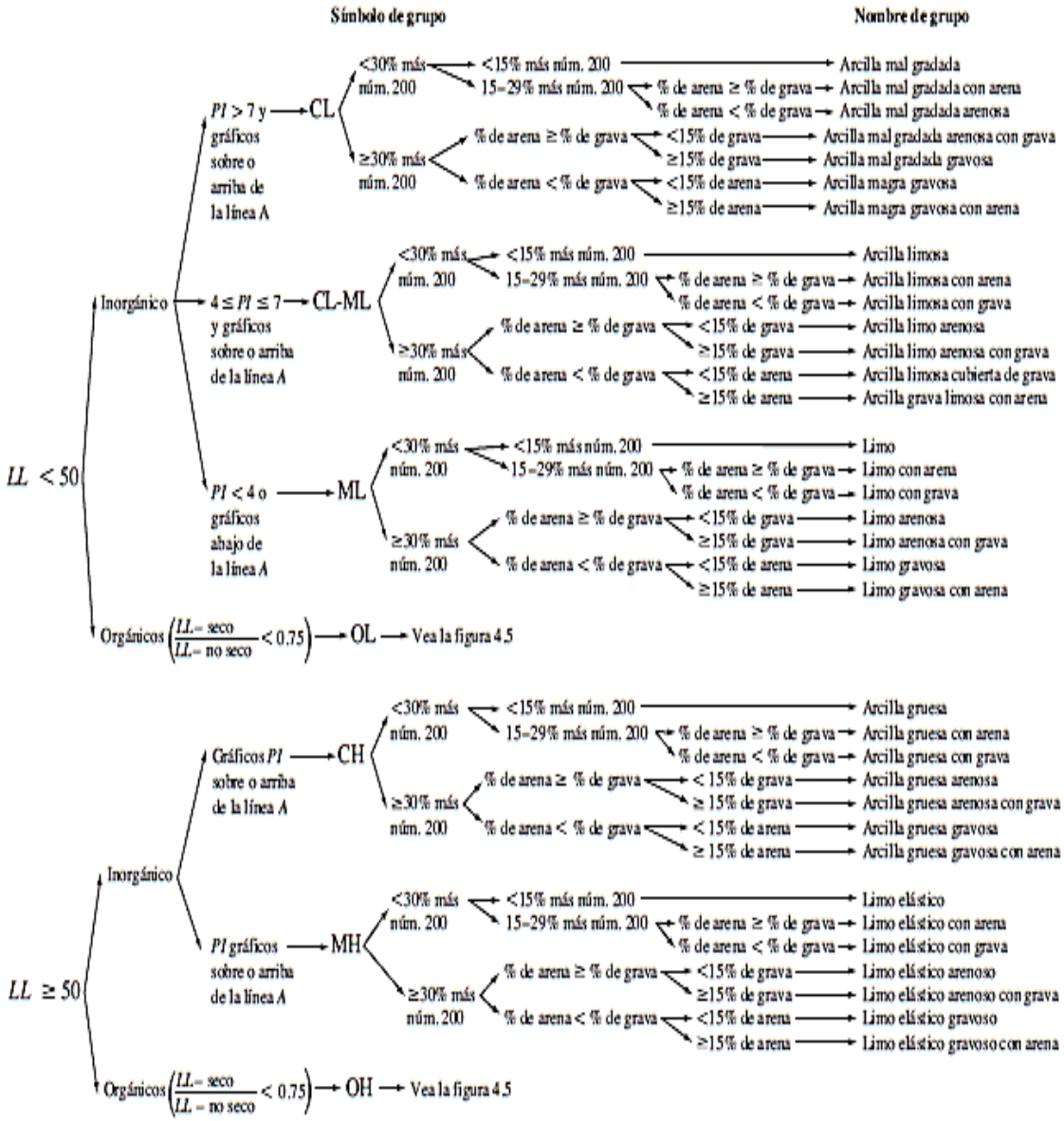


Figura 19: Carta de Casagrande para los suelos cohesivos. Fuente: (Mamani, 2022)



repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Figura 20: Diagrama de flujo de nombres de los grupos para limo inorgánico y suelos arcillosos. Fuente: (ASTM D2487)

2.8.2 Sistema de Clasificación AASHTO

Este sistema de clasificación de suelos fue desarrollado en 1929 como el Sistema de Clasificación de Gestión de Carreteras. Ha sido revisado varias veces, y la versión actual fue propuesta por el Comité de Clasificación de Subsuelo de Carreteras y Materiales de Tipo Granular del Comité de Investigación de Carreteras en 1945 (ASTM D-3282; Método AASHTO M145) (Mamani, 2022).

El sistema de clasificación AASHTO actualmente en uso se muestra en la figura. Según este sistema, los suelos se dividen en siete grupos principales: A-1 a A-7. Los suelos de los grupos A-1, A-2 y A-3 son sustancias granulares y menos del 35 % de las partículas pasan el N° 200. Más del 35 % de los suelos pasan el N° 200 y se clasifican en A- 4, A-5 y A-6 y Grupo A-7 (Mamani, 2022).

DIVISIÓN GENERAL		Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)				
GRUPO		A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Subgrupo		A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)													
Serie ASTM	#10	≤ 50											
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51									
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)													
Límite líquido				NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP≤LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad		≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
ÍNDICE DE GRUPO		0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20	
TIPOLOGÍA		Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD		EXCELENTE A BUENA					ACEPTABLE A MALA						

Figura 21: Clasificación AASHTO. Fuente: (Molina, 2016)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Tabla 8: Comparación de los grupos de clasificación de suelos AASHTO y SUCS.

AASSHTO	Unificado
A-1a	GW,GP,GM
A-1b	SW, SP, SM,GC
A-3	SP
A-2-4	CL. ML
A-2-5	CL,ML,CH,MH
A-2-6	CL, ML
A-2-7	CL,ML,CH,MH
A-4	CL, ML
A-5	CL, ML, CH,MH
A-6	CL, ML
A-7	CL, ML, CH, MH
A-8	Turba y detrito organico

Fuente: (Castrejón, 2018)

2.9 INFLUENCIA DE LA MINERALOGIA EN LAS PROPIEDADES GEOTECNICAS

El suelo se compone de partículas sólidas, líquidos, gases y vacíos y se puede dividir en dos categorías según el tamaño de las partículas:

Suelo de grano grueso: Estas están dadas por un tamaño de grano predominante superior a 0,075 mm; formados principalmente por cuarzo, feldespato, calcita, sulfatos, sales y vidrio volcánico con menos frecuencia (Gonzales de Vallejo, 2002).

Suelos de grano fino o suelos finos: Su porcentaje es superior al 50 % con un tamaño igual o inferior a 0,075 mm; se componen principalmente de minerales limosos y arcillosos como: caolinitas, illitas, esmectitas, montmorillonita y materia orgánica, y otros (Gonzales de Vallejo, 2002).

Los dos tipos de suelos difieren del análisis de tamaño de partículas; el suelo granular tiene partículas que tienden a comportarse de manera estable y resistente, mientras que el suelo de grano fino forma estructuras en capas con un comportamiento

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

muy variable en la inestabilidad geotécnica. Los suelos granulares no tienen plasticidad y la resistencia depende básicamente del ángulo de rozamiento interno, que a su vez está condicionado por la forma, tamaño y grado de empaquetamiento de sus partículas, considerándose a estos suelos como friccionales; los suelos finos son plásticos como también la resistencia depende tanto del rozamiento interno de sus partículas sólidas, como de las fuerzas de cohesión existentes entre las mismas, por lo que también se los denomina suelos cohesivos (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.9.1 Minerales de arcilla de interés geotécnico

Los minerales arcillosos son silicatos de aluminio hidratados. Pertenecen al grupo de los filosilicatos, que se caracterizan por una estructura en capas. Hay muchos tipos de minerales con diferentes propiedades físicas y químicas, pero debido a su estructura en capas, la mayoría de los minerales tienen una morfología plana y una división perfecta entre las hojas (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.9.2 Composición cristaloquímica

La arcilla pertenece a una clase especial de minerales llamados silicatos, especialmente al grupo de filosilicatos o silicatos laminares. Su estructura se puede entender a partir de la combinación de láminas tetraédricas (T) y octaédricas (O) (Rodrigo Zapata, 2018).

Es importante señalar algunos aspectos terminológicos importantes:

- Plano atómico: Es una superficie que se dice que contiene la disposición de los átomos

- Hojas: Conjunto de planos atómicos definidos por la presencia de unidades estructurales fundamentales (Rodrigo Zapata, 2018).

- Láminas: Apilamiento de varias hojas

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

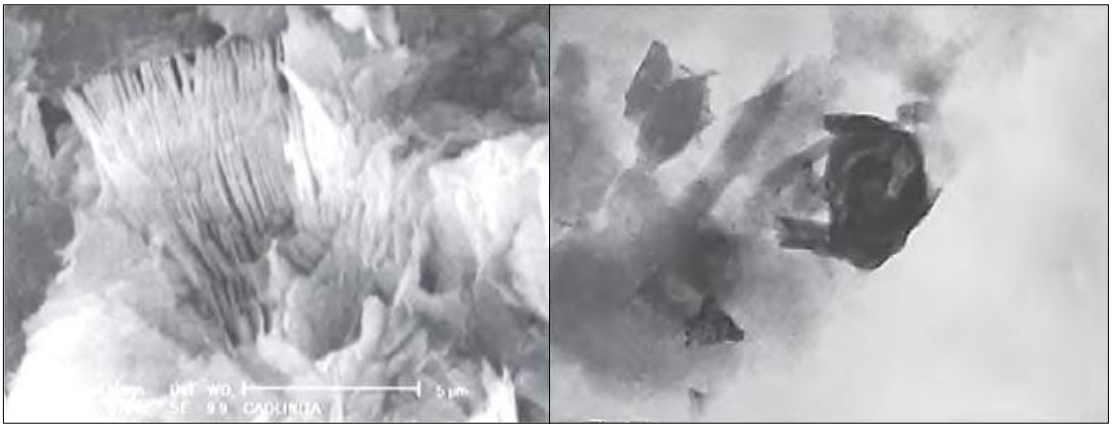


Figura 22: Imágenes microscópicas de distintos suelos arcillosos, caolinita (izquierda) y halloysita (derecha). Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

Una hoja tetraédrica está constituida por una disposición bidimensional de tetraedros de SiO_4^{-4}, compartiendo 3 de los 4 oxígenos que poseen y formando capas de extensión infinita, en la que los tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio tetraédrico se puede reemplazar parcialmente por Al^{3+} o Fe^{3+}. (Rodrigo Zapata, 2018)

Generalmente, las láminas octaédricas están formadas por una disposición octaédrica de AlO_6, denominada láminas de gibsita. Aunque a veces el Al^{3+} puede ser reemplazado por $Mg^{2+,}$ Fe^{2+} o Fe^{3+} rara vez es remplazado por Li, Cr, Mn, Ni, Cu o Zn (Rodrigo Zapata, 2018).

Ambas estructuras se pueden ver en la *Figura 23*.

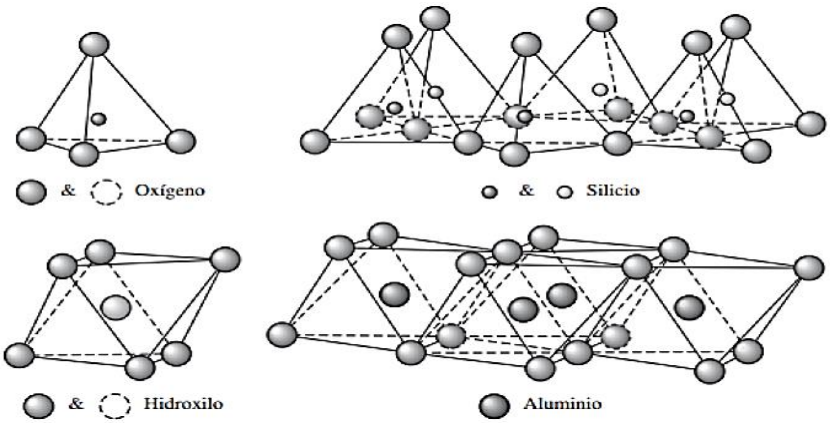


Figura 23: Estructuras fundamentales de las arcillas (tetraedro de sílice y octaedro de alúmina). Fuente: (Rodrigo, 2018)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Todos los enlaces establecidos entre oxígeno, $(OH)^-$ y cationes, son de tipo covalente y no pueden ser rotos con facilidad, salvo que se suministre una elevada energía para deshacer el enlace. Asociaciones similares pueden ocurrir en lados opuestos de las capas octaédricas, dando lugar a las siguientes combinaciones: (Rodrigo Zapata, 2018)

- **dos capas:** hoja tetraédrica más octaédrica se denominan bilaminares, 1:1, o T-O
- **tres capas:** hoja octaédrica y dos tetraédricas, se denominan trilaminares, 2:1 o T-O-T

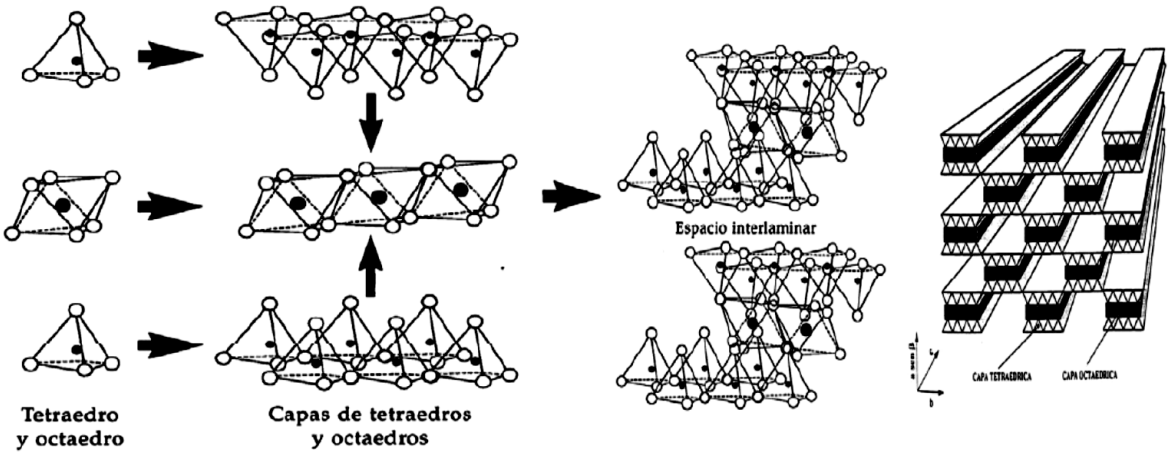


Figura 24: Combinación de láminas T-O-T formando una partícula de arcilla. Fuente: (Rodrigo, 2018)

La forma laminar propia de las partículas de arcilla, da como resultado una gran *superficie específica* (sumatoria de la superficie expuesta de todas las partículas que entran en un gramo del material en estado seco), la cual aumenta considerablemente a medida que el tamaño de las partículas disminuye (Rodrigo Zapata, 2018).

2.9.3 Arcillas expansivas

Los suelos expansivos son suelos parcial o totalmente saturados que, bajo carga constante, aumentan significativamente de volumen a medida que aumenta el contenido de humedad. Este término también significa disminución de volumen o contracción por pérdida de humedad, pero recuerde que la contracción es justo lo contrario de la expansión.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Los materiales arcillosos que se hinchan fácilmente y permiten una gran cantidad de agua ligada son principalmente los pertenecientes al grupo esméctico. Esto se debe al tipo de enlaces débiles que existen entre sus placas estructurales. Además, cuando el catión interlaminar es Na, la montmorillonita tiene una gran capacidad de expansión, lo que puede producir una disociación o separación completa de las láminas, maximizar las propiedades coloidales y producir propiedades especiales (lodo estabilizador tixotrópico o bentonita). En cambio, si tienen Ca o Mg como cationes de intercambio, su capacidad de hinchamiento será mucho menor (Rodrigo Zapata, 2018).

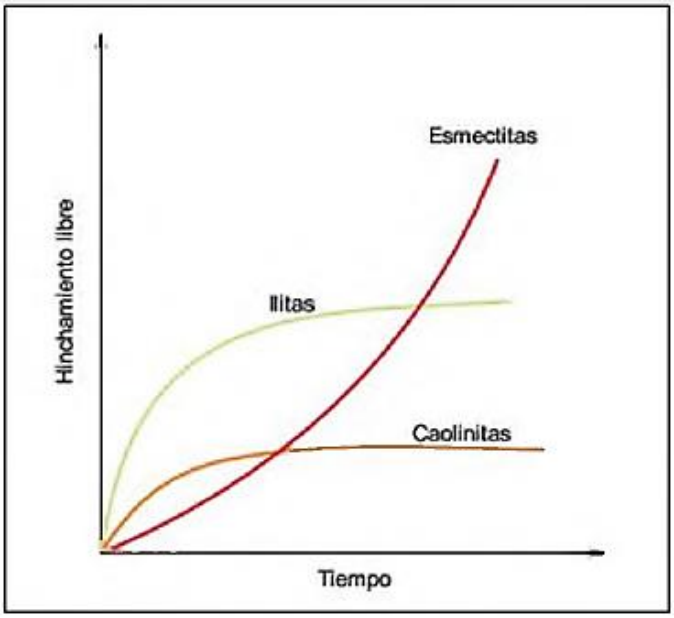


Figura 25: Cambio de volumen en función de la composición mineralógica. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

Tabla 9: Grupo de las esmectitas.

Grupo de las Esmectitas (arcillas expansivas más representativas)		
montmorillonita ($(Na,Ca)_{0.3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2.nH_2O$)	nontronita ($(Na_{0.3}\ Fe^{3+}{}_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2.nH_2O$)	saponita ($((Ca/2,Na)_{0.3}(Mg,Fe^{2+})_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2.4H_2O$)

Fuente: (Rodrigo, 2018)

El mecanismo de expansión es la absorción de agua por ósmosis

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

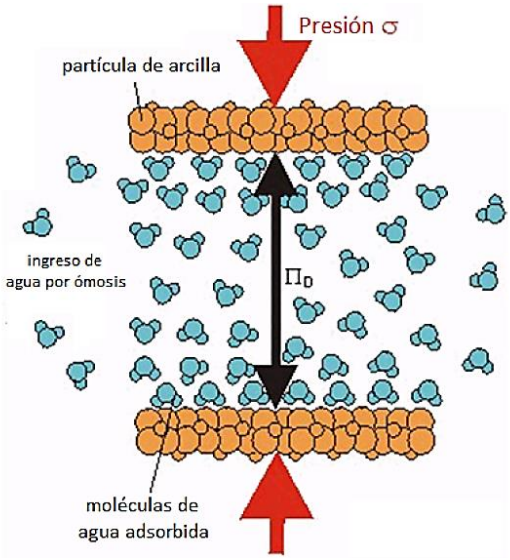


Figura 26: Absorción de agua por ósmosis. Fuente: (Rodrigo, 2018)

La cantidad de agua adsorbida por los minerales de la arcilla depende de la capacidad de cambio catiónico y de la superficie específica. Las moléculas de agua se unen a las superficies de las partículas a través de enlaces dipolares, que promueven la agrupación de partículas y las rodean con una película de agua. La debilidad de los enlaces dipolares permite que las partículas se muevan cuando se aplica presión. La Figura 27 muestra la ubicación de diferentes tipos de arcilla en el diagrama de plasticidad de Casagrande. Las plasticidades más bajas corresponden a las caolinitas y las más altas a las esmectitas, siendo las montmorillonitas sódicas las más elevadas dentro de este grupo (Gonzales de Vallejo, 2002).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

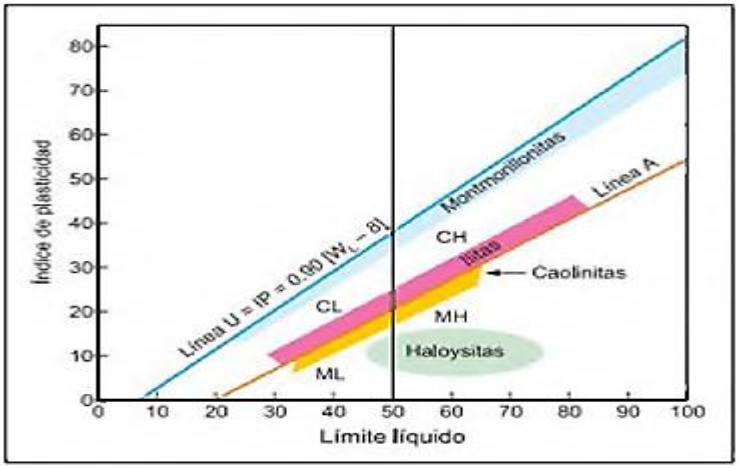


Figura 27: Influencia de la composición mineralógica en la plasticidad. Fuente: (Gonzales de Vallejo, 2002)

En función de los cambios de contenido de humedad se dan diferentes estados físicos, siendo los límites para cada estado de consistencia los Límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico y límite de contracción o retracción, que son el punto de partida para la estimación de la expansividad de un suelo. En general, el grado de expansividad se puede determinar en función de las propiedades geotécnicas de los suelos.

Expansividad	Límite de retracción	Índice de plasticidad	Límite líquido	Contenido en finos	Hinchamiento en superficie [cm]
Baja	> 15	< 15	< 30	< 30	0 – 1
Media	11 – 15	15 – 30	30 – 45	30 – 60	1 – 2
Alta	< 11	> 30	> 45	> 60	2 – 3

Figura 28: Grado de expansividad en función de distintas propiedades geotécnicas. Fuente: (Rodrigo, 2018)

2.10 RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE LOS SUELOS

2.10.1 Criterio de rotura

La resistencia cortante del suelo no puede ser considerado como un parámetro único y constante, ya que depende de varios factores, tales como su naturaleza, estructura, juntas, grado de deformación, etc., y en particular, su estado

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

de tensión y la presión de los fluidos (agua y aire) que llenan los poros (Gonzales de Vallejo, 2002).

El criterio de falla del suelo se deriva del criterio propuesto por Coulomb, que relaciona el esfuerzo efectivo normal y el esfuerzo tangencial que actúa en cualquier plano del suelo. La norma establece que para suelo saturado, la resistencia al corte viene determinada por la siguiente expresión: (Gonzales de Vallejo, 2002).

$$\tau = c' + (\sigma_n - u)\tan\phi'$$

τ = resistencia al corte del terreno a favor de un determinado plano.

σ_n =tensión total normal actuando sobre el mismo plano

u =prision intersticial

c' = cohesión efectiva

ϕ' = ángulo de rozamiento interno

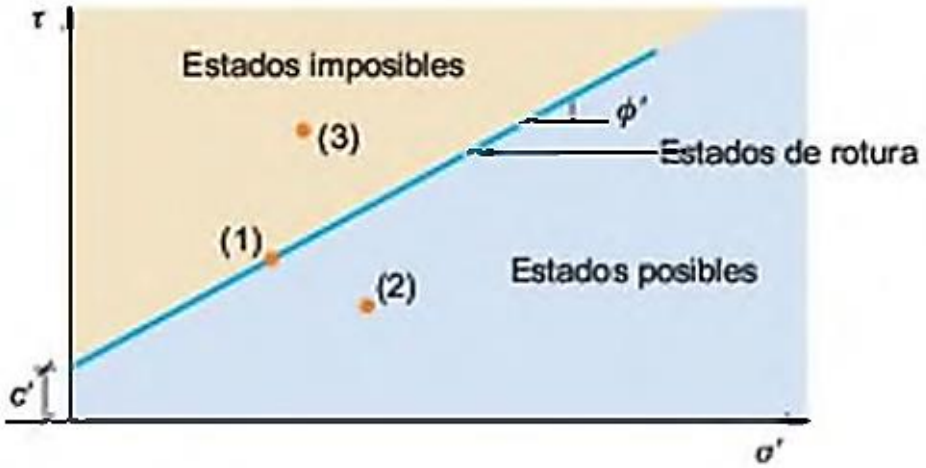


Figura 29: Criterio de rotura de suelos fuente (Gonzales de Vallejo, 2002)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

2.11 CAPACIDAD PORTANTE

La capacidad portante de un suelo se puede definir como la carga que un área de terreno puede soportar sin causar un asentamiento excesivo.

2.11.1 Método de Terzaghi

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones aproximadamente superficiales. Terzaghi sugirió que en el caso de zapatas continua o corrida (es decir, cuando su relación ancho -largo tiende a cero), se puede suponer que el suelo tiene una posible superficie de falla por carga. Para cimentaciones superficiales, cuando el desplante Df es menor que el ancho de cimentación B, Terzaghi considera la resistencia a los esfuerzos cortantes por debajo del nivel de desplante, y el efecto del suelo en este nivel debe ser considerado como un factor de sobrecarga q= γDf donde γ es el peso específico del suelo (Braja, 2015).

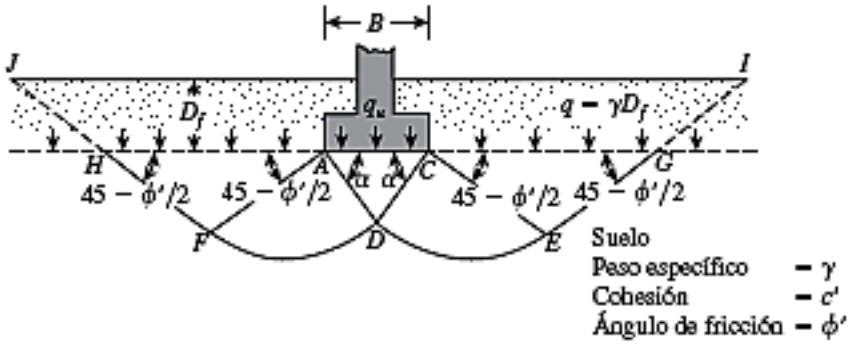


Figura 30: Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).Fuente: (Braja, 2015)

$$qu = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma\beta N_\gamma \longrightarrow \quad Sobrecarga = q = \gamma\ D_f$$

La ecuación representa la capacidad de carga última para una cimentación corrida poco profunda y cuando se considera una falla por corte general.

Dónde:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

β: Ancho de la zapata

q: Sobrecarga

γ: Peso específico del suelo

φ: Angulo de fricción interna

N_c: Coeficiente en términos de cohesión, en función del ángulo de fricción

N_q: Coeficiente en términos de profundidad, en función del ángulo de fricción.

N_γ: Coeficiente en términos de ancho, en función del ángulo de fricción

Df: Profundidad de desplante.

C': Cohesión

El valor del factor de carga calculado por Terzaghi se muestra en la Figura 31 a continuación.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	tan ϕ	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	tan ϕ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

Figura 31: Coeficientes de capacidad de carga calculados por Terzaghi. Fuente: (Rodríguez, 2020)

2.11.2 Factor de seguridad

Para el cálculo de la capacidad total admisible de la cimentación superficial, se debe aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta:

$$Qadm = \frac{qu}{Fs}$$

Sin embargo, algunos ingenieros prefieren usar este factor de seguridad tal que

$$\text{Incremento neto del esfuerzo en el suelo} = \frac{\text{capacidad de carga última neta}}{\text{FS}}$$

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

La capacidad portante neta se define como la presión máxima que el suelo puede soportar por unidad de superficie de la cimentación, superando la presión ejercida sobre la cimentación por el suelo circundante. Si se supone que la diferencia entre el peso del hormigon utilizado en los cimientos y el peso unitario del suelo circundante es insignificante, entonces.

$$q_{\text{neta}(u)} = q_u - q$$

donde

$q_{\text{neta}(u)}$ = capacidad de carga última neta
$q = \gamma D_f$

Por lo tanto,

$$q_{\text{perm(neta)}} = \frac{q_u - q}{\text{FS}}$$

2.12 FORMACIONES GEOLOGICAS

Una formación geológica es la unidad fundamental de lito estratigrafía. Una formación consiste en un número de estratos que tienen una litología, facies y otras propiedades similares. Las capas de una formación no están definidas por el espesor de las capas de roca que las componen, por lo que el espesor de las diferentes formaciones puede variar ampliamente.

El concepto de capas o formaciones formalmente definidas es fundamental para la disciplina de la estratigrafía geológica. La formación se puede dividir en miembros, que a su vez se agrupan. Estas formaciones permiten a los geólogos correlacionar estratos geológicos en distancias más largas entre afloramientos y exposiciones de formaciones rocosas. Estas formaciones fueron descritas originalmente por marcas de tiempo geológicas básicas basadas en edades relativas y leyes de superposición.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Las principales divisiones litoestratigráficas definen macizos rocosos caracterizados por propiedades como composición y estructura. Pueden relacionarse en unidades más grandes (grupos), subdividirse (miembros) o diferenciarse en unidades menos importantes (capas). La disciplina geológica que se ocupa de las unidades litoestratigráficas es la estratigrafía.

- **Litología:** Parte de la geología, que estudia rocas especialmente su tamaño de grano, de partículas y sus características físicas y químicas.
- **Estratigrafía:** Rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del presente proyecto es descriptivo y cuantitativo, ya que en el desarrollo del proyecto de investigación se realizó de manera geotécnica, donde se evaluaron las características geotecnias del subsuelo del terreno de fundación de acuerdo con los ensayos de laboratorio, sus propiedades del suelo para posteriormente determinar la capacidad portante para el comportamiento del suelo con el procesamiento numérico de datos con los resultados de cada muestra.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es de tipo técnico científico con la siguiente secuencia de fases: determinación del área de trabajo, ejecución de calicatas, muestreo de suelos para posteriormente realizar sus estudios respectivos para determinar las características geotécnicas estas utilizando los procedimientos de las normas de la American Society of Testing and Materials (ASTM) y a la Norma Técnica Peruana (NTP).

3.3 POBLACION Y MUESTRA

La población está constituida por 6150 m^2 de la superficie del terreno del I.E.P. Pedro Vilcapaza, de las cuales se realizaron un total de 10 calicatas a cielo abierto de acuerdo con el área en construcción para el muestreo correspondiente para el estudio del terreno de fundación.

3.4 INSTRUMENTOS Y RECOLECCION DE DATOS

3.4.1 Materiales y equipos

- Flexómetro 5m.
- Plumones indelebles

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

- Etiquetas de muestreo
- Tablero
- Libreta de apuntes
- Pizarra acrílica
- Bolsas de muestreo
- Sacos para las muestras
- Pico
- Pala
- Barreta
- Cámara fotográfica
- Picota geologica
- Brújula
- GPS
- Equipos de laboratorio de mecánica de suelos como: Tamices estándares, Cuchara Casagrande, Horno eléctrico, balanzas electrónicas y corte directo.
- Equipos de protección personal (EPPs)

3.4.2 Recopilación de información

En esta etapa se realiza la revisión y recopilación bibliográfica preliminar, con el fin de reunir los distintos trabajos existentes de la zona, estas relacionadas a los estudios geológicos y geotécnicos como: planos, imágenes satelitales, informes, entre otros. En esta etapa queda abierta la recopilación de información a lo largo del proceso de investigación del proyecto de tesis.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

3.4.3 Trabajos en campo

El trabajo de campo consiste en el reconocimiento in situ del área del trabajo de investigación, la exploración para el mapeo geológico donde se tomaron los datos y graficas en una libreta de campo como la litología y geomorfología para posteriormente estos ser plasmados en gabinete.

También se realizó el reconocimiento del área del terreno de la I.E.P. Pedro Vilcapaza para la investigación del subsuelo según las normas aplicadas para la exploración de suelos que se detallan a continuación.

Tabla 10: Normas para trabajo de campo.

DESCRIPCIÓN	NORMAS
Calicatas y Técnicas de muestreo	ASTM D - 420
Perforación manual	ASTM D - 1452
Descripción Visual de Suelos	ASTM D - 2487

Fuente: Norma Técnica Peruana

Seguidamente se realizó la ubicación de las calicatas a cielo abierto según el área donde se realizará la construcción para luego de manera visual realizar la descripción del suelo de acuerdo a la estratigrafía y realizar un perfil estratigráfico con la potencia de cada estrato, como también la toma de muestras para estas ser enviadas al laboratorio para los ensayos respectivos.

3.4.4 Trabajos en laboratorio

Los trabajos de laboratorio consisten en los ensayos a realizar a cada muestra obtenida de campo e identificación de cada calicata y numero de muestras obtenidas. Estos ensayos estarán realizados de acuerdo con la American Society of Testing and Materials (ASTM) y a la Norma Técnica Peruana (NTP) para determinar las características geotécnicas.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Tabla 11: Ensayos de laboratorio con sus normas.

ENSAYOS ESTANDARES	NORMAS
Análisis granulométricos por tamizado	ASTM D - 422 ; NTP 339.128
Límite Líquido	ASTM D - 4318; NTP 339.129
Límite e Índice Plástico	ASTM D - 4318; NTP 339.129
Contenido de humedad	ASTM D - 2216; NTP 339.127
Clasificación SUCS	ASTM D - 2487; NTP 339.134
Clasificación AASTHO	ASTM D - 2487; NTP 339.134
ENSAYOS ESPECIALES	
Corte Directo	ASTM D – 3080; NTP 339.171

Fuente: Norma Técnica Peruana

3.4.5 Trabajo en gabinete

En la etapa de trabajo de gabinete con la información recopilada de estudios anteriores, con la información obtenida en campo y los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio de mecánica de suelos, procedemos con la elaboración de tesis correspondiente al proyecto de investigación en donde se detallan los datos de campo, elaboración de mapas, descripción de fotografías y descripción del perfil estratigráfico de cada calicata.

También durante esta etapa se realizó la elaboración de secciones e interpretación de las características geotécnicas de cada muestra para la interpretación de resultados para realizar los cálculos de capacidad portante en trabajo final de la elaboración de tesis. Los softwares utilizados para nuestra investigación son los siguientes:

- Microsoft Office
- ArcGIS
- AutoCAD
- Google earth
- SAS Planet
- Global Mapper
- Microsoft Office

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN

4.1.1 Ubicación política

El ámbito del proyecto de la caracterización geotécnica para la construcción de la I.E.P. N° 72026, se encuentra ubicado en el Distrito de Tirapata, Provincia de Azangaro, Departamento de Puno, tal como se muestra Figura 32.

DEPARTAMENTO	:	Puno
PROVINCIA	:	Azángaro
DISTRITO	:	Tirapata

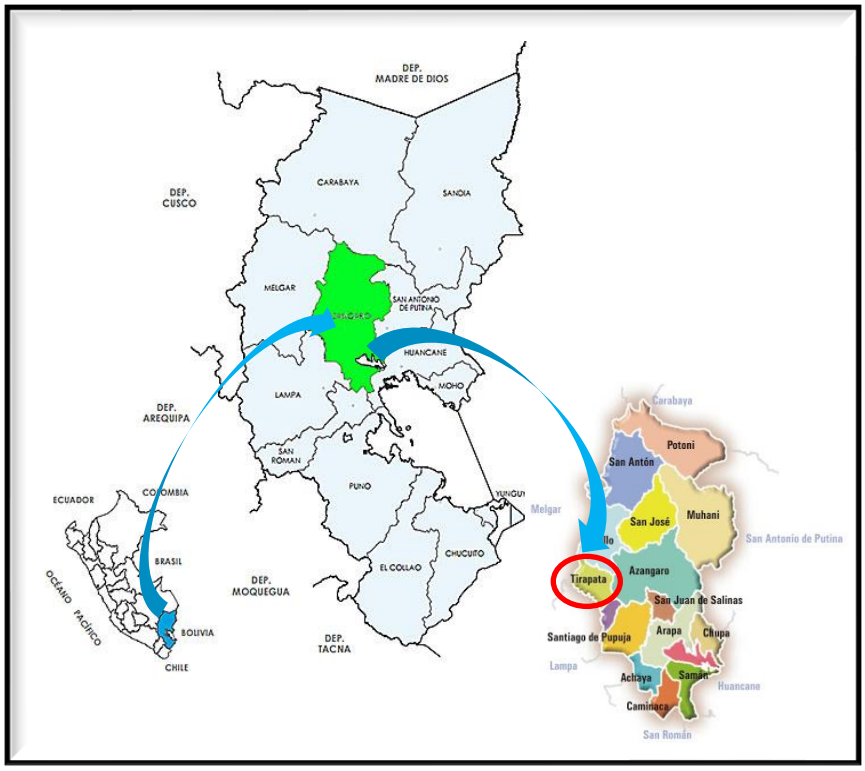


Figura 32: Ubicación política del Distrito de Tirapata. Fuente: (Propia)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

4.1.2 Ubicación geográfica

El Distrito de Tirapata, se encuentra en la parte Oeste de la Provincia de Azángaro en el Departamento de Puno, a 14°57′22″ de latitud sur, y 70°24′15″ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, sobre los 3886 m.

Las coordenadas aproximadas del punto del proyecto, en el sistema UTM WGS-84 (Zona 19 S), se indican en el siguiente Tabla 12 y en la Figura 33.

Tabla 12: Ubicación del proyecto de tesis.

Proyecto (Ubicación)	**Coordenadas UTM**		**Altitud (msnm)**
	Este (m)	**Norte (m)**	
I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA	349 157	8 346 246	3886

Fuente: Elaboración Propia

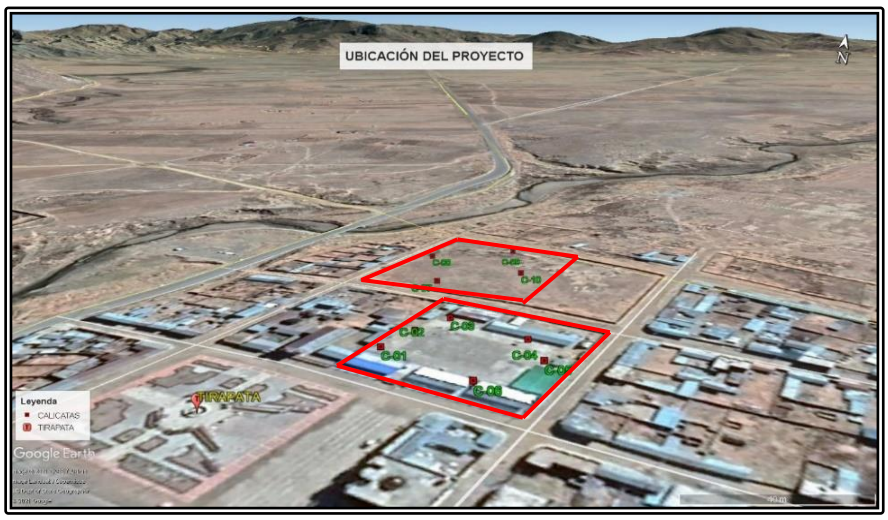


Figura 33: Ubicación del proyecto de tesis. Fuente: (propia)

4.1.3 Límites del Distrito de Tirapata

	Norte: Distrito de Asillo	
Oeste: Distrito de Ayaviri		*Este:* Distrito de Azángaro
	Sur: Distrito de Pucara y Distrito de José Domingo Choquehuanca	

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

4.1.4 Accesibilidad

La accesibilidad a la zona de estudio desde la ciudad de Puno es por la vía principal Puno-Cusco, partiendo desde Puno hasta llegar a Pucara y desviar a la mano derecha hasta José Domingo Choquehuanca y desviar para la mano izquierda hasta llegar al Distrito de Tirapata tiene distancia de 120.8 km. Tiene un tiempo considerado de la ruta de viaje entre los dos distritos de aproximadamente 2 horas y 11 min en camioneta.

Tabla 13: Distancia de accesibilidad a la zona del proyecto.

N°	TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Min.)	TIPO DE VIA	VIA PRINCIPAL
1	PUNO – JULIACA	42.8	0.52	Asfaltado	PUNO – JULIACA
2	JULIACA – TIRAPATA	78	1:19	Asfaltado	JULIACA – CUSCO

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 34: Accesibilidad a la Zona de proyecto de tesis. Fuente: (Google Earth)

4.1.5 Condición climática

El Distrito de Tirapata, tiene los veranos cortos, frescos y nublados mientras que los inviernos son cortos, muy fríos, secos y parcialmente nublados. La temperatura anual suele oscilar entre -5 °C a 18 °C, raramente inferior a -7 °C o superior a 21 °C.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

La temporada templada dura aproximadamente 1.9 meses y, del 18 de octubre al 15 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es superior a los 17 °C.

Del 8 de junio al 30 de julio, la estación fría dura 1,7 meses y la temperatura máxima diaria promedio es inferior a 16 °C. El día más frío del año es el 17 de julio, con una temperatura mínima promedio de -5 °C y una temperatura máxima promedio de 15 °C (Weather Spark).

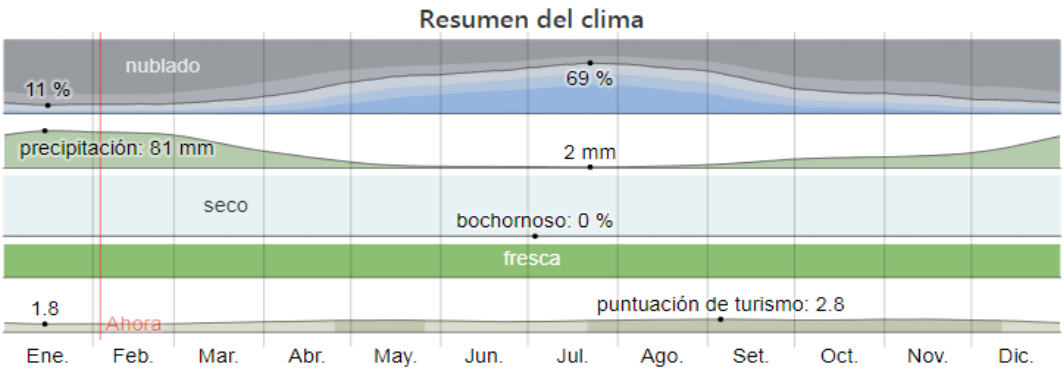


Figura 35: Resumen del clima de la zona de proyecto. Fuente:(Weather Spark)

4.1.6 Vegetación

Debido a que el área en general se encuentra sobre los 3996 m.s.n.m. las temperaturas bajas influyen en el desarrollo y distribución de la flora en la zona altiplánica, la cual está constituida predominantemente por ichu (sepa obtusa) y por arbustos como tola (spidophyllum cuadrangulares) que se encuentran muy dispersos, concentrándose solo en las partes bajas, también debido a la altitud las gramíneas se desarrollan en los lugares con agua permanente como sucede en los bofedales.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

4.2 GEOLOGIA LOCAL

4.2.1 Formación Azángaro (NQ-az)

Originalmente fue descrito como depósitos lacustres del río Azángaro y Klinck, B.A., Newell, ND. et al midieron una sección de unos 72 m. En un afluente del arroyo Hualini. En el área de trabajo se observa la Formación Azángaro a lo largo del rio del mismo nombre, en capas horizontales aparentemente de litología monótona y se ha tomado como sección representativa al afloramiento que se encuentra en el rio Quilcamayo (8354-378) . La formación muestra variación lateral tanto en el tamaño como en la composición de los clastos, dependiendo esta última de la fuente de desembocadura; por ejemplo, son predominantemente limoarcillosos en los estudios, mientras que los márgenes de la cuenca contienen conglomerados cuya litología se reduce por la sedimentación y la composición de la estratificación lenticular con clasto de arenisca subredondeados a subangulares, lo que sugiere un entorno lacustre (Boletín 58, INGEMMET).

4.2.2 Depósitos cuaternarios (Q)

Estos son depósitos, como depósitos aluviales, que consisten en material transportado por erosión de material intemperizados desde la cima de una colina, y se describen como:

4.2.2.1 Depósitos aluviales (Qh-al)

Estos depósitos se encuentran relacionados a fondos de valle, depresiones, llanuras y laderas de montaña, aquí se observan litologías como: arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de los ríos flujos de agua y corriente laminares todas ellas incluyen sedimentos fluviales y coluviales (PALACIOS et. al, 1993). En los valles fluviales más grandes, los depósitos coluviales y los depósitos

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

fluviales más jóvenes son claramente distintos de los depósitos más antiguos y se pueden cartografiar por separado, pero en los valles fluviales pequeños y los levantamientos de macizos esto suele ser difícil de distinguir. La llanura aluvial se compone principalmente de arena bien clasificada, parcialmente reelaborada a partir de antiguos sedimentos del lago. En las áreas montañosas, gran parte del material aluvial proviene de la reelaboracion de morrenas glaciares y los desprendimientos glaciares fluviales de los bloques de gravas de las crestas que llenan muchos valles (Boletín 58, INGEMMET).

4.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

4.3.1 Sistema antrópico

El medio antrópico está formado por las modificaciones realizadas por el hombre ya sea por construcciones efectuadas en la superficie del terreno tales como:

- Medios de comunicación vial de acceso local.
- Viviendas.

4.3.2 Sistema fluvial

El sistema tiene unidades directamente relacionadas con la escorrentía de aguas superficiales, estos sistemas son:

4.3.2.1 Lecho fluvial

El principal flujo de aguas en el área del proyecto tiene una dirección N-O, lo cual es importante para la biodiversidad del área, y este rio desemboca en el lago Titicaca, donde llega el rio Ayaviri, arrastrando materiales cuaternarios sueltos como grava, arena y limo.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

4.3.2.2 Bofedales

En el área de estudio son visibles área hidromorficas, las cuales permanecen intactas aun en la estación seca, y se forman debido a la capa impermeable que impide el ingreso de agua por infiltración.

Estos bofedales son importantes para la conservación de la biodiversidad de la flora y la fauna de la zona y se identifican con mayor claridad en los canales laterales.

4.3.3 Sistema volcánico – montañoso

Está formado por accidentes geográficos originadas por la tectónica, estructuras volcánicas y sedimentaria, los cuales están íntimamente relacionados con la composición litológica del área del proyecto. El sistema se ubica en el margen izquierdo del cauce principal y ambos lados de la zona del proyecto, se pueden distinguir las siguientes unidades:

4.3.3.1 Laderas y taludes

En esta unidad se pueden distinguir dos clasificaciones dentro de esta unidad como son las laderas medias, que básicamente tiene en cuenta las zonas elevadas que poseen una pendiente superior a 35º 45° que forman las entradas y márgenes izquierdas del cauce principal y los taludes que están como material suelto en laderas.

4.3.3.2 Pie de monte

Estas son acumulaciones de material suelto que se encuentran en las zonas de pie de talud, entre las montañas y planicies, formadas cuando estas partículas sueltas pierden su energía potencial debido a la pendiente, aparente del área del proyecto.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

4.4 SISMICIDAD

Los sismos en la región Puno, no es un fenómeno recurrente, sin embargo, no está ajena a este fenómeno natural por lo que los peligros relacionados con los procesos de geodinámica interna y externa, que son eventos que pueden ocasionar daños a las personas, bienes o al entorno ambiental, Los principales peligros geológicos son sismos, vulcanismos, deslizamientos, movimientos de masa, entre otros.

De acuerdo con la Norma Peruana E-030, la zonificación sísmica se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica. En este sentido, el distrito de Tirapata está ubicado en la Zona 2. Esto debido a la presencia de sismicidad concentrada principalmente en la parte sur de esta región la misma que se encontraría asociada a los sistemas de fallas presentes como el sistema de fallas Urcos, Sicuani, Ayaviri y al sistema Cusco, Lagunillas, Mañazo. Estas características deben ser consideradas en la planificación y ejecución de viviendas, infraestructuras y obras de ingeniería.

4.4.1 Factor de zona (Z)

La zona del proyecto se encuentra en el Distrito de Tirapata, Provincia de Azángaro y Departamento de Puno. El lugar se encuentra ubicado en la Zona 2, el factor de zona es Z = 0.25, esto último se aprecia en la Figura 37, con valor de aceleración para 10 % de probabilidad de excedencia en 50 años, este valor se tomará en cuenta para el espectro de diseño según la norma E.030, 2016.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Figura 36: Mapa de macrozonas sísmicas del territorio peruano. Fuente: (RNE-E 030, 2016)

4.4.2 Tipo de suelo y Periodo predominante

De acuerdo a las Normas de Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de edificaciones, Tabla N°14, Tabla N°15 (RNE – E.030, 2016), el suelo de cimentación del área del proyecto corresponde a un suelo **tipo S2 (suelos intermedios),** con un periodo predominantemente de **TP = 0.6** s, **TL = 2.0**, y un factor de suelo **S = 1.20.**

4.4.3 Perfil Tipo S2: Suelos intermedios

Este tipo corresponde a los suelos moderadamente rígidos con una velocidad de propagación de ondas de corte de 180 m/s a 500 m/s.

Además, para este suelo (Tipo S2) se le asigna los parámetros de tipo de suelo TP = 0.6, TL = 2.0 y un valor de amplificación por tipo de suelo S = 1.20 según se aprecian en la tabla 14 y tabla 15 (RNE – E.030, 2016).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Tabla 14: Factor de Suelo S.

ZONA \ SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (RNE – E.030, 2016)

Tabla 15: Periodos TP y TL.

	PERFIL DE SUELO			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: (RNE – E.030, 2016)

4.5 SISMOS QUE MARCARON LA HISTORIA DE LA REGION PUNO

Si bien es cierto estos eventos no se registran con mayor contundencia en el altiplano, pero sin embargo es necesario analizarlos debido a que Puno se encuentra en una zona con probabilidades de riesgo sísmico considerando que la zona sur de la región se encuentra en un ambiente volcánico. Si bien Puno tiene volcanes en situación de inactividad, en la región Puno hubo sismos que marcaron la historia de la región Puno.

1747: Sin precisarse la fecha y mes, durante este año ocurrió un fuerte sismo que ocasionó grandes destrozos, además de aguas cenagosas (aguas estancadas con lodos y barro con un color verdoso) en los Distritos de Ayapata, Provincia de Carabaya, pereciendo mucha gente.

1959: En julio 19. Intenso y prolongado movimiento sísmico sentido a las 10:07 horas. En Arequipa, Moquegua, Cuzco, Puno, Tacna y norte de la República de Chile,

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

hasta Antofagasta. Ocasionó algunos daños a las torres de los templos de Moquegua, rotura de las redes de distribución de agua potable en Arequipa. Intensidad V – VII MM.

1960: Marzo 9, a las 18:54 horas. Violencia réplica del terremoto del 13 de Enero. Sacudió la ciudad de Arequipa y otras poblaciones vecinas. En la ciudad cayeron cornisas ya removidas. Sufrieron daños algunos interiores de viviendas, rajaduras de paredes y techos en la zona antigua de Miraflores. Sentido en Puno, en los puertos de Matarani, Mejia y Mollendo.

2001: La tarde del sábado 23 de junio a las 15:33 horas se inició un terremoto que en aproximadamente 48 segundos se convirtió en un movimiento de gran intensidad generando destrucción y daño principalmente en dirección sur este del país. Este sismo estremeció el suelo durante 100 segundos afectando a los departamentos de Arequipa Moquegua Tacna y arte de Ayacucho además de llegar a sentirse en el departamento de puno, siendo esto comentado por la población.

A continuación se muestra los movimientos sísmicos en los últimos tres años en el Departamento de Puno.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Tabla 16: Reporte de movimientos sísmicos en el Departamento de Puno 2020.

N°	PROVINCIA	DISTRITO	FECHA	HORA	MAGNITUD (RICHTER)	PROF. KM	FUENTE
ENERO							
1	San Roman	Juliaca	17/01/2020	12:56	4.2	252	IGP
2	San Antonio de Putina	Sina	24/01/2020	15:37	3.2	13	IGP
3	El Collao	Conduriri	25/01/2020	04:16	4.2	203	IGP
FEBRERO							
4	Lampa	Ocuviri	05/02/2020	19:00	3.5	17	IGP
5	El Collao	Capaso	08/02/2020	21:26	4.1	200	IGP
MARZO							
6	El Collao	Conduriri	06/03/2020	00:18	4.2	225	IGP
ABRIL							
7	San Roman	Juliaca	08/04/2020	16:38	4.2	251	IGP
8	Lampa	Ocuviri	10/04/2020	04:14	3.7	10	IGP
9	Lampa	Ocuviri	18/04/2020	00:41	3.5	15	IGP
MAYO							
10	San Roman	Juliaca	01/05/2020	06:45	4.3	254	IGP
11	Lampa	Lampa	02/05/2020	19:44	5.6	214	IGP
12	El Collao	Capaso	02/05/2020	21:52	4.1	175	IGP
13	Lampa	Ocuviri	31/05/2020	00:09	5.8	210	IGP
JUNIO							
14	El Collao	Capaso	02/06/2020	05:29	4.7	177	IGP
15	El Collao	Conduriri	10/06/2020	06:13	4.3	212	IGP
AGOSTO							
16	Lampa	Ocuviri	10/08/2020	08:41	3.6	14	IGP
17	Lampa	Santa Lucia	29/08/2020	15:31	3.7	13	IGP
18	Lampa	Ocuviri	29/08/2020	19:39	4	14	
SETIEMBRE							
19	El Collao	Capaso	17/09/2020	05:02	4	165	IGP
20	Lampa	Ocuviri	24/09/2020	22:41	3.6	10	IGP
OCTUBRE							
21	Lampa	Ocuviri	17/10/2020	23:54	3.4	14	IGP

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Tabla 17: Reporte de los movimientos sísmicos en el Departamento de Puno 2021.

N°	PROVINCIA	DISTRITO	FECHA	HORA	MAGNITUD (RICHTER)	PROF. KM	FUENTE
ENERO							
1	Lampa	Ocuviri	24/01/2021	20:46	3.8	18	IGP
MARZO							
2	Lampa	Santa Lucia	13/03/2021	22:21	4.4	239	IGP
ABRIL							
3	Puno	San Antonio	07/04/2021	14:33	4.1	188	IGP
JULIO							
4	El Collao	Capaso	31/07/2021	08:46	4.1	198	IGP
AGOSTO							
5	Lampa	Santa Lucia	26/08/2021	15:27	3.6	15	IGP
OCTUBRE							
6	Chucuito	Juli	02/10/2021	20:17	4.3	226	IGP
7	Lampa	Santa Lucia	03/10/2021	05.02	3.5	16	IGP
DICIEMBRE							
8	El Collao	Conduriri	08/12/2021	01:03	4.3	206	IGP

Tabla 18: Reporte de los movimientos sísmicos en el Departamento de Puno 2022.

N°	PROVINCIA	DISTRITO	FECHA	HORA	MAGNITUD (RICHTER)	PROF. KM	FUENTE
ENERO							
1	Lampa	Ocuviri	12/01/2022	06:04	3.4	10	IGP
2	Melgar	Nuñoa	21/01/2022	22:55	3.9	10	IGP
3	Melgar	Nuñoa	21/01/2022	19:17	3.7	15	IGP
4	Melgar	Nuñoa	22/01/2022	23:12	3.9	13	IGP
5	Melgar	Nuñoa	23/01/2022	16:33	3.9	13	IGP
FEBRERO							
6	Lampa	Ocuviri	10/02/2022	02:38	3.7	10	IGP
MARZO							
7	Lampa	Lampa	12/03/2022	09:03	4.1	233	IGP
8	Carabaya	San Gabán	20/03/2022	09:39	4.5	17	IGP
ABRIL							
9	El Collao	Conduriri	03/04/2022	19:12	4	215	IGP
10	El Collao	Conduriri	16/04/2022	14:54	4.2	186	IGP
11	Lampa	Ocuviri	24/04/2022	17:15	3.6	12	IGP
MAYO							
12	Melgar	Ayaviri	26/05/2022	07:02	6.9	240	IGP
OCTUBRE							
13	Lampa	Santa Lucia	29/10/2022	17:18	4.1	212	IGP
NOVIEMBRE							
14	Melgar	Nuñoa	22/11/2022	00:49	4	10	IGP
15	San Roman	Juliaca	22/11/2022	23:07	4.1	235	IGP
16	Melgar	Nuñoa	23/11/2022	08:49	3.9	15	IGP

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS

5.1.1 Investigación geotécnica del subsuelo

El programa consistió en el reconocimiento del terreno de fundación para la excavación de las calicatas dentro del área donde se realizará la construcción y mejoramiento de la I.E.P. 72026 Pedro Vilcapaza, las mismas que se puede apreciar en el plano de Ubicación.

5.1.1.1 Calicatas

Se realizaron excavaciones que nos permite la observación directa del suelo, así como la toma de muestras. Las calicatas fueron hechas de acuerdo con la NTP 339.162 - ASTM D 420.

La exploración directa del área de estudio fue en la realización de 10 calicatas a cielo abierto, con profundidades variables, donde estuvieron realizados con maquinaria y asistencia de la mano de obra del personal técnico del laboratorio para el apoyo en la selección de muestras representativas de cada estrato para cada una de las calicatas, donde se realizó un registro detallado a cada muestra y el muestreo de los diferentes tipos de suelos siguiendo de acuerdo a la norma ASTM D 2488-17, para la descripción visual del suelo; donde estas son colocadas en bolsas herméticas con su descripción respectiva de la zona del proyecto de tesis, para ser trasladados y luego ser ensayadas en laboratorio.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

En la tabla 19 se presenta un resumen de las calicatas con su correspondiente profundidad de exploración y sus coordenadas en el sistema UTM.

Tabla 19: Ubicación y profundidad de las calicatas.

Calicata	Profundidad (m)	ESTE	NORTE	Cota
C – 01	2.50	349 130	8 346 242	3891
C – 02	2.70	349 136	8 346 259	3892
C – 03	2.70	349 148	8 346 271	3892
C – 04	2.70	349 175	8 346 259	3892
C – 05	2.80	349 181	8 346 240	3891
C – 06	2.70	349 163	8 346 226	3891
C – 07	2.60	349 130	8 346 313	3891
C – 08	2.80	349 124	8 346 347	3890
C – 09	2.90	349 148	8 346 363	3891
C – 10	3.00	349 156	8 346 330	3892

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2 Descripción de la conformación del Subsuelo del área de estudio

Calicata 01

0.00m. a 1.90m. Estrato conformado por limos inorgánicos de coloración beige oscuro con arenas muy finas, limos arcillosos con ligera plasticidad.

1.90m. a 2.50m. Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de coloración beige claro de plasticidad media y arcillas limosas.

Calicata 02

0.00m. a 0.60m. Estrato conformado por Gravas limosas de coloración marrón, grava mal graduado muy limoso mezclas grava-arena-arcilla de baja plasticidad.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

0.60m. a 2.70m. Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de coloración beige claro de plasticidad media y arcillas limosas con presencia de micas.

Calicata 03

0.00m. a 1.00m. Estrato conformado limos inorgánicos de coloración beige oscuro con arenas muy finas, limos arcillosos con plasticidad de baja a media.

1.00m. a 2.70m. Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de coloración beige claro de plasticidad media y arcillas limosas con presencia de micas.

Calicata 04

0.00m. a 0.70m. Estrato conformado por limos inorgánicos de coloración beige oscuro con arenal muy finas con plasticidad de baja a media y contenido de humedad de 19.58 %.

0.70m. a 1.20m. Estrato conformado por arenas limosas de color gris oscuro con mezcla de arenas - limo, plasticidad baja y contenido de humedad de 15.44 %

1.20m. a 2.30m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 25.59 %

2.30m. a 2.70m. Estrato conformado por arenas arcillosas de coloración gris, mezcla de arena – arcilla, plasticidad media y contenido de humedad 15.38 %.

Calicata 05

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

0.00m. a 0.80m. Estrato conformado por limos inorgánicos de coloración beige oscuro con arenal muy finas con plasticidad de baja a media y contenido de humedad 18.38 %.

0.80m. a 1.50m. Estrato conformado por arenas limosas de color gris oscuro con mezcla de arena - limo, sin plasticidad y contenido de humedad de 10.34 %

1.50m. a 2.50m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 24.61 %.

2.50m. a 2.80m. Estrato conformado por arenas arcillosas de coloración gris, mezcla de arena – arcilla, plasticidad media y contenido de humedad 12.78 %.

Calicata 06

01:0.00m. a 2.70m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 22.14 %.

Calicata 07

0.00m. a 0.90m. Estrato conformado por una mezcla de limos inorgánicos, arenas muy finas con arcilla inorgánicas de coloración beige oscuro con arcillas arenosas, de plasticidad media y contenido de humedad 12.78 %.

0.90m. a 1.40m. Estrato conformado por una mezcla de arenas limosas con arenas arcillosas de coloración gris oscuro, con un índice de plasticidad bajo y contenido de humedad 14.45 %.

1.40m. a 2.60m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 25.79 %.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Calicata 08

0.00m. a 0.40m. Estrato conformado por una mezcla de limos inorgánicos, arenas muy finas con arcilla inorgánicas de coloración beige oscuro con arcillas arenosas, de plasticidad media y contenido de humedad 9.89 %.

0.40m. a 0.90m. Estrato conformado por una mezcla de arenas limosas con arenas arcillosas de coloración gris oscuro, con un índice de plasticidad baja y contenido de humedad 12.04 %.

0.90m. a 2.80m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 28.82 %.

Calicata 09

0.00 a 0.60m. Estrato conformado por una mezcla de limos inorgánicos, arenas muy finas con arcilla inorgánicas de coloración beige oscuro con arcillas arenosas, de plasticidad baja a media y contenido de humedad 5.26 %.

0.60m. a 1.20m. Estrato conformado por una mezcla de arenas limosas con arenas arcillosas de coloración gris oscuro, con un índice de plasticidad baja y contenido de humedad 11.73 %.

1.20m. a 2.90m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 28.82 %.

Calicata 10

0.00m. a 1.00m. Estrato conformado por limos inorgánicos de coloración beige oscuro con arenal muy finas con plasticidad de baja a media y contenido de humedad de 17.47 %.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

1.00m. a 1.50m. Estrato conformado por una mezcla de arenas limosas con arenas arcillosas de coloración gris oscuro, con un índice de plasticidad baja y contenido de humedad 9.59 %.

1.50m. a 3.00m. Estrato conformado por arcilla de plasticidad media de coloración beige con arcillas arenosas y contenido de humedad 23.46 %.

5.1.3 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos fueron realizados en el laboratorio INGEOPLECA C&C E.I.R.L. Los ensayos estándar fueron realizados con la finalidad de identificar y clasificar las muestras de suelo siguiendo la clasificación SUCS, y los ensayos especiales fueron realizados con la finalidad de identificar la resistencia del suelo frente a un esfuerzo cortante.

Estos ensayos nos han permitido obtener los parámetros necesarios para estimar su resistencia cortante del suelo que conformara las cimentaciones para la construcción de la I.E.P. 72026 Pedro Vilcapaza.

A continuación, se detalla los resultados de cada uno de los ensayos estándares para hallar las **propiedades físicas:**

5.1.3.1 Ensayos estándar

Las pruebas de ensayo estándar nos ayudan a encontrar las propiedades físicas que corresponden a las que determinan las propiedades del suelo y los índices que permiten la clasificación del suelo por los métodos SUCS y AASHTO.

El sistema de clasificación de suelos más común es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Clasifica los suelos en 15 grupos identificados por nombres y términos simbólicos. El sistema de

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

clasificación de construcción de carreteras AASHTO también se usa ampliamente.

Otra característica importante del suelo es la humedad natural. Esto se debe a que la tolerancia de los suelos, especialmente los suelos finos, depende de la humedad natural. La humedad natural está directamente relacionada con las condiciones de humedad y densidad en las que se encuentran esos suelos.

Para las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométricos por tamizado ASTM D – 422, MTC E 107
- Límite Líquido ASTM D – 4318, MTC E 110
- Límite e Índice Plástico ASTM D – 4318, MTC E 111
- Contenido de humedad ASTM D – 2216, MTC E 108
- Clasificación SUCS ASTM D – 2487
- Clasificación AASTHO ASTM D – 328

Ensayo de contenido de humedad

La humedad del suelo o contenido de humedad es la relación expresada como porcentaje de la masa de un suelo dado y el peso de los sólidos.

- **Ensayo Granulométrico**

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

La granulometría es el análisis del tamaño de las partículas, se basa en el tamaño de las partículas de la muestra, a través de un tamiz de orificio cuadrado para la determinación cuantitativa. La distribución del tamaño de partícula de una muestra seca de agregado se determina mediante la separación a través de tamices dispuestos en orden desde las aberturas más grandes a las más pequeñas.

Tabla 20: Resumen de los análisis granulométricos.

CALICATA	MUESTRA	GRUESOS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)
C - 01	E-01	0.00	2.48	97.52
	E-02	0.00	19.05	80.95
C - 02	E-01	43.86	15.54	40.6
	E-02	0.00	19.05	80.95
C - 03	E-01	0.00	5.11	94.89
	E-02	0.00	19.05	80.95
C - 04	E-01	0.00	17.61	82.39
	E-02	1.30	52.37	46.33
	E-03	0.00	3.49	96.51
	E-04	9.87	62.09	28.04
C - 05	E-01	0.00	29.27	70.73
	E-02	0.55	66.96	32.49
	E-03	0.00	3.32	96.68
	E-04	13.28	62.78	23.94
C - 06	E-01	0.00	3.68	96.32
C - 07	E-01	6.85	13.33	79.82
	E-02	4.01	61.24	34.75
	E-03	0.00	0.47	99.53
C - 08	E-01	1.92	48.05	50.03
	E-02	3.92	56.54	39.54
	E-03	0.00	1.95	98.05
C - 09	E-01	0.00	16.71	83.29
	E-02	8.10	48.32	43.58
	E-03	0.00	0.43	99.57
C - 10	E-01	0.00	5.99	94.01
	E-02	6.99	65.53	27.48
	E-03	0.00	14.29	85.71

Fuente: Elaboración Propia.

- **Ensayo de Limite Líquido**

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

El límite líquido del suelo es el contenido de agua expresado como porcentaje de suelo seco cuando el suelo se encuentra en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

- **Ensayo del límite plástico**

El límite plástico es el nivel de humedad más bajo al que se puede hacer rodar un cilindro de tierra de aproximadamente 3 mm (1/8”) de diámetro entre la palma de la mano y un vidrio esmerilado sin que el cilindro se deshaga.

- **Índice de plasticidad**

Es la determinación en laboratorio del cálculo de la diferencia del límite líquido y el límite plástico.

Tabla 21: Resumen de los ensayos de límites de consistencia.

CALICATA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO (L.L.)	LIMITE PLASTICO (L.P.)	INDICE PLASTICIDAD I.P. (%)
C - 01	E-01	32.33	23.43	8.90
	E-02	32.83	22.97	9.86
C - 02	E-01	29.93	25.52	4.51
	E-02	32.71	23.28	9.43
C - 03	E-01	31.31	23.62	7.69
	E-02	31.58	23.00	8.58
C - 04	E-01	30.97	24.60	6.37
	E-02	19.70	15.88	3.82
	E-03	32.07	22.52	9.55
	E-04	27.81	20.77	7.04
C - 05	E-01	30.97	24.60	6.37
	E-02	0.00	0.00	0.00
	E-03	32.67	23.31	9.36
	E-04	27.29	19.79	7.50
C - 06	E-01	31.40	22.00	9.40
C - 07	E-01	28.55	21.92	6.59
	E-02	19.96	15.58	4.38
	E-03	31.59	22.08	9.51
C - 08	E-01	23.02	18.47	4.55
	E-02	19.39	14.81	4.58
	E-03	31.84	22.89	8.95
C - 09	E-01	28.34	21.66	6.68
	E-02	26.39	20.96	5.43
	E-03	32.16	22.86	9.30
C - 10	E-01	29.98	23.81	6.17
	E-02	19.40	15.14	4.26
	E-03	32.30	22.83	9.47

Fuente: Elaboración Propia.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Enseguida se detalla los resultados de los ensayos especiales para hallar las **propiedades mecánicas:**

5.1.3.2 Ensayos especiales

Se realizó los el ensayo de corte directo:

- **Corte directo ASTM D – 3080, MTC E 123**

El ensayo de corte directo nos permite determinar la resistencia de los suelos frente a esfuerzos de carga. Consiste en aplicar esfuerzos verticales y horizontales a tres muestras de suelos tallados en el molde circular a los que se les llamara espécimen, y posteriormente poder determinar el instante de falla cortante.

Cuando aplicamos un esfuerzo vertical fijo de 0.5 kg/cm^2, midiendo las lecturas de carga y deformación horizontal, la primera muestra falla con un esfuerzo horizontal, la segunda muestra es sometida a un esfuerzo de 1.0 kg/cm^2, nuevamente al igual que la primera muestra se toman las lecturas de carga y deformación horizontal, hasta que la muestra falle y la tercera muestra es sometida a un esfuerzo de 1.5 kg/cm^2, siguiendo el mismo procedimiento que las anteriores hasta alcanzar el punto máximo de falla.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

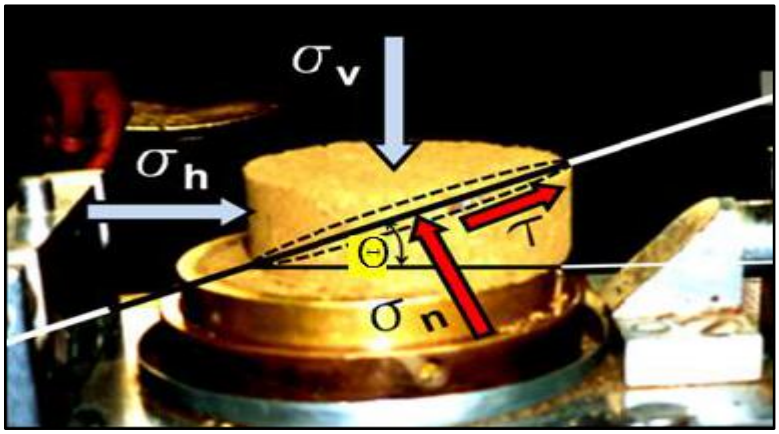


Figura 37: Rotura horizontal de la muestra frente a esfuerzos de carga.

Tabla 22: Resumen de los parámetros de resistencia.

Calicata	Muestra	Prof.(m)	SUCS Espécimen	Parámetros de Resistencia	
				c (kPa)	ø (°)
CALICATA 02	M-02	0.60 – 2.70	CL	0.56	23.2
CALICATA 04	M-04	2.30 – 2.70	SC	0.40	26.1
CALICATA 05	M-04	2.50 – 2.80	SC	0.39	26.5
CALICATA 06	M-U	0.00 – 2.70	CL	0.55	23.4
CALICATA 08	M-03	0.90 – 2.80	CL	0.57	23.9
CALICATA 10	M-03	1.50 – 3.00	CL	0.55	24.0

Fuente: Elaboración Propia.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

5.1.4 Perfiles estratigráficos y características geotécnicas

CALICATA 01

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 … - 1.90		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad..	100.00	99.99	99.51	97.52	18.87	32.33	23.43	8.90	ML	A-4 (8)
- 2.00 … - 2.50		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	21.21	32.83	22.97	9.86	CL	A-4 (8)

Figura 38: En la calicata 01 observamos en el perfil dos estratos en la parte superior limo inorgánico y en la parte inferior arcillas como la caolinita de media plasticidad, con las características geotécnicas de cada estrato.

CALICATA 02

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 … - 0.60		Estrato conformado por Gravas con finos limosas, grava mal graduado muy limoso mezclas grava-arena-arcilla.	60.26	51.44	46.01	40.60	9.31	29.93	25.42	4.51	GM	A-4 (1)
- 0.70 … - 2.70		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	27.59	32.71	23.28	9.43	CL	A-4 (8)

Figura 39: En la calicata 02 se tiene dos estratos en su estratigrafía, en la parte superior eta conformado por gravas limosas y en la parte inferior arcillas de plasticidad media, con las características geotécnicas de cada estrato.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CALICATA 03

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 … - 1.00		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.92	99.39	94.89	18.52	31.31	23.62	7.69	ML	A-4 (8)
- 1.10 … - 2.70		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	27.19	31.58	23.00	8.58	CL	A-4 (8)

Figura 40: En la calicata 03 encontramos su estratigrafía por dos estratos, en la parte superior conformado por suelos de limos inorgánicos y en la parte inferior por arcillas de plasticidad media como la caolinita y sus características geotécnicas.

CALICATA 04

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 … - 0.70		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.29	95.10	82.39	19.58	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (8)
- 0.80 … - 1.20		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	98.70	95.5	80.84	46.33	15.44	19.70	15.88	3.82	SM	A-4 (2)
- 1.30 … - 2.30		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	98.96	96.51	25.59	32.07	22.52	9.55	CL	A-4 (8)
- 2.40 … - 2.70		Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	90.13	71.8	41.54	28.04	15.38	27.81	20.77	7.04	SC	A-2-4 (0)

Figura 41: En la calicata 04 encontramos intercalaciones en su estratigrafía, encontrándose cuatro estratos en el estrato superior limos inorgánicos, seguido por arenas limosas, en el tercer estrato arcillas de plasticidad media y en la parte inferior encontramos arenas arcillosas, con las características geotécnicas de cada estrato.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CALICATA 05

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS									
			% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	98.05	95.54	70.73	18.34	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (7)
- 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	99.45	95.1	64.08	32.49	10.34	0.00	0.00	0.00	SM	A-2-4 (0)
- 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.9	99.70	96.68	24.61	32.67	23.31	9.36	CL	A-4 (8)
- 2.60 - 2.70 - 2.80		Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	86.72	64.1	36.05	23.94	12.78	27.29	19.79	7.50	SC	A-2-4 (0)

Figura 42: En la calicata 05 encontramos el perfil estratigráfico conformado por cuatro estratos, en la parte superior encontramos limos inorgánicos, en el segundo estrato arenas limosas, en el tercer estrato encontramos arcillas de plasticidad media, y en el cuarto estrato encontramos arenas arcillosas, con sus respectivas características geotécnicas.

CALICATA 06

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS									
			% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.82	96.32	22.14	31.40	22.00	9.40	CL	A-4 (8)

Figura 43: En esta calicata podemos encontrar un estrato único en su perfil estratigráfico formado de suelo como arcillas de plasticidad media, con sus características geotécnicas de los resultados de los ensayos de laboratorio.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CALICATA 07

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	93.15	90.54	89.02	79.82	19.05	28.55	21.96	6.59	ML-CL	A-4 (8)
- 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	95.99	90.0	71.24	34.75	14.45	19.96	15.58	4.38	SM-SC	A-2-4 (0)
- 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.89	99.53	25.79	31.59	22.08	9.51	CL	A-4 (8)

Figura 44: En la calicata 07podemos encontrar tres estratos, en la parte superior una mezcla de limos inorgánicos con arcillas limosas, en la parte del medio de la estratigrafía una mezcla de arenas limosas - arcillosas, y en la parte inferior arcillas con plasticidad media, cada estrato tiene sus características geotécnicas y el espesor de cada estrato.

CALICATA 08

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	98.08	81.78	68.97	50.03	9.89	23.02	18.47	4.55	ML-CL	A-4 (3)
- 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	96.08	83.7	60.89	39.54	12.04	19.39	14.81	4.58	SM-SC	A-4 (1)
- 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70 - 2.80		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.87	98.05	28.82	31.84	22.89	8.95	CL	A-4 (8)

Figura 45: La calicata 08 tiene un perfil estratigráfico similar a la calicata anterior, en la parte superior mezcla de limos inorgánicos con arcillas limosas, en la parte del medio arenas limosas - arcillosas, en la parte inferior arcillas de plasticidad media, cada estrato con sus profundidades y características geotécnicas

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CALICATA 09

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.80	97.39	83.29	5.26	28.34	21.66	6.68	ML-CL	A-4 (8)
- 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	91.90	77.4	57.71	43.58	11.73	26.39	20.96	5.43	SM-SC	A-4 (2)
- 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70 - 2.80 - 2.90		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	100.00	99.97	99.57	25.79	32.16	22.86	9.30	CL	A-4 (8)

Figura 46: En la calicata 09 encontramos su perfil estratigráfico similar a las dos calicatas anteriores donde los suelos de terreno de fundación tienen similares características geotécnicas y profundidades variables en la potencia de cada estrato.

CALICATA 10

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.92	98.55	94.01	17.47	29.98	23.81	6.17	ML	A-4 (8)
- 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	93.01	81.2	53.28	27.48	9.59	19.40	15.14	4.26	SM-SC	A-2-4 (0)
- 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70 - 2.80 - 2.90 - 3.00		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	92.39	85.71	23.46	32.30	22.83	9.47	CL	A-4 (8)

Figura 47: En la calicata 10 el perfil estratigráfico tiene tres estratos en la parte superior encontramos limos inorgánicos, en el estrato del medio mezcla de arenas limosas - arcillosas, en la parte inferior arcillas de plasticidad media, y cada estrato con su medición respectiva de su potencia y características geotécnicas.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Con los resultados de propiedades, índices y análisis granulométrico, se presenta la tabla 20: clasificación de materiales de calicatas con sus características geotécnicas, que resume los resultados principales de los materiales ensayados, incluyendo las clasificaciones SUCS y AASHTO.

Tabla 23: Resumen de las características geotécnicas.

DENOMINACIÓN DE CALICATA	ESTRATO	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
		4	10	40	200						
CALICATA 01	E – 01	100.00	99.99	99.51	97.52	18.87	32.33	23.43	8.90	ML	A-4 (8)
	E – 02	100.00	99.80	96.22	80.95	21.21	32.83	22.97	9.86	CL	A-4 (8)
CALICATA 02	E – 01	56.14	51.44	46.01	40.60	9.31	29.93	25.52	4.51	GM	A-4 (1)
	E – 02	100.00	99.80	96.22	80.95	27.59	32.71	23.28	9.43	CL	A-4 (8)
CALICATA 03	E – 01	100.00	99.02	99.39	94.89	18.52	31.31	23.62	7.69	ML	A-4 (8)
	E – 02	100.00	99.80	96.22	80.95	27.19	31.58	23.00	8.58	CL	A-4 (8)
CALICATA 04	E – 01	100.00	99.29	95.10	82.39	19.58	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (8)
	E – 02	98.70	95.50	80.84	46.33	15.44	19.70	15.88	3.82	SM	A-4 (2)
	E – 03	100.00	99.80	98.96	96.51	25.59	32.07	22.52	9.55	CL	A-4 (8)
	E- 04	90.13	71.80	41.54	28.04	15.38	27.81	20.77	7.04	SC	A-2-4 (0)
CALICATA 05	E – 01	100.00	98.05	95.54	70.73	18.34	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (8)
	E – 02	99.45	95.10	64.08	32.49	10.34	0.00	0.00	0.00	SM	A-2-4 (0)
	E – 03	100.00	99.90	99.70	96.68	24.61	32.67	23.31	9.36	CL	A-4 (8)
	E – 04	86.72	64.10	36.05	23.94	12.78	27.29	19.79	7.50	SC	A-4 (8)
CALICATA 06	E – 01	100.00	99.98	99.82	96.32	22.14	31.40	22.00	9.40	CL	A-4 (8)
CALICATA 07	E – 01	93.15	90.54	89.02	79.82	19.05	28.55	21.92	6.59	ML-CL	A-4 (8)
	E – 02	95.99	90.00	71.24	34.75	14.45	19.96	15.58	4.38	SM-SC	A-2-4 (0)
	E – 03	100.00	99.98	99.89	99.53	25.79	31.59	22.08	9.51	CL	A-4 (8)
CALICATA 08	E – 01	98.08	81.78	68.97	50.03	9.89	23.02	18.47	4.55	ML-CL	A-4 (3)

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

	E – 02	96.08	83.70	60.89	39.54	12.04	19.39	14.81	4.58	SM-SC	A-4 (1)
	E – 03	100.00	99.98	99.87	98.05	28.82	31.84	22.89	8.95	CL	A-4 (8)
CALICATA 09	E – 01	100.00	99.80	97.39	83.29	5.26	28.34	21.66	6.68	ML-CL	A-4 (8)
	E – 02	91.90	77.40	57.71	43.58	11.73	26.39	20.96	5.43	SM-SC	A-4 (2)
	E – 03	100.00	100.00	99.97	99.57	25.79	32.16	22.86	9.30	CL	A-4 (8)
CALICATA 10	E – 01	100.00	99.92	98.55	94.01	17.47	29.98	23.81	6.17	ML	A-4 (8)
	E – 02	93.01	81.20	53.28	27.48	9.59	19.40	15.14	4.26	SM-SC	A-2-4 (0)
	E – 03	100.00	99.98	92.39	85.71	23.46	32.30	22.83	9.47	CL	A-4 (8)

Fuente: Elaboración Propia.

Fuente: Elaboración Propia.

5.2 RESULTADOS DE LA CAPACIDAD PORTANTE

5.2.1 Capacidad portante del terreno de fundación

La capacidad portante del terreno de fundación es muy importante ya que nos dará los valores de carga admisible de cada una de las calicatas dependiendo a los valores de los resultados hallados por el ensayo de corte directo obteniéndose el ángulo de fricción y la cohesión del terreno de fundación.

5.2.1.1 Calculo de la capacidad de carga admisible

Para la determinación de carga admisible y capacidad de carga del terreno donde se hará la cimentación se realizara aplicando la teoría de Karl Terzaghi, para cimentaciones superficiales, se tiene:

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_y \qquad \text{(Cimentación cuadrada)}$$

Donde:

q_{adm} = Capacidad portante admisible

Ø = Angulo de fricción interna

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ɣ= Peso específico del suelo

C = Cohesión

Df = Profundidad de cimentación

B = Ancho de la zapata

Nc, Nq, Ny = factores de capacidad de carga por Terzaghi

Con el ángulo de fricción para la calicata 02 se tiene en consideración los factores de capacidad de carga de Terzaghi.

A continuación se muestra los datos para reemplazar la fórmula de carga última.

Tabla 24: Datos para hallar la capacidad admisible.

Cohesión (Kg/cm^2)	**Angulo de Fricción (Ø)**	**Nc**	**Nq**	**Nɣ**
0.56	23.20	18.05	8.66	8.20

Procedimiento para obtener la capacidad admisible del suelo:

- **Capacidad Última de Carga**

Reemplazando a la fórmula:

$$\mathbf{qu = 3.111\ Kg/cm^2}$$

- **Capacidad de Carga Admisible**

Fs = factor de seguridad considerado es: 3

$$qadm = \frac{qu}{fs}$$

Reemplazando los valores de la capacidad de carga última sobre el factor de seguridad se obtiene la carga admisible.

$$\mathbf{q_{adm} = 1.04\ kg/cm^2}\ \text{(Cimentación cuadrada)}$$

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

Seguidamente mostramos el cálculo de las capacidades admisibles de cada una de las calicatas y los resultados dependiendo al ancho y profundidad de las zapatas.

Calicata 02: Ø = 23.20° C = 0.56 kg/cm^2

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00
100.00	1.04	1.12	1.20	1.28	1.37	1.45
150.00	1.25	1.34	1.42	1.50	1.58	1.67
200.00	1.47	1.55	1.64	1.72	1.80	1.88
250.00	1.69	1.77	1.85	1.94	2.02	2.10
300.00	1.91	1.99	2.07	2.15	2.23	2.32
350.00	2.12	2.21	2.29	2.37	2.45	2.53

Figura 48: Se realiza el cálculo de la capacidad de carga admisible a la calicata 02 al estrato inferior de suelo como arcillas de plasticidad media, luego de haber hallado el ángulo de fricción, cohesión; se puede observar que los valores aumentan a medida que se profundiza la cimentación.

Calicata 04: Ø = 26.10° C = 0.4 kg/cm^2

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00
100.00	1.34	1.49	1.63	1.77	1.92	2.06
150.00	1.68	1.82	1.97	2.11	2.25	2.39
200.00	2.02	2.16	2.30	2.45	2.59	2.73
250.00	2.36	2.50	2.64	2.78	2.93	3.07
300.00	2.69	2.84	2.98	3.12	3.26	3.41
350.00	3.03	3.17	3.31	3.46	3.60	3.74

Figura 49: La calicata 04 se le realiza la capacidad de carga admisible a la muestra cuatro formado por arenas arcillosas, dando valores superiores a comparación de las arcillas aumentando así sus valores al profundizar para la cimentación.

Calicata 05: Ø = 26.50° C = 0.39 kg/cm^2

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

Df =(cm)	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00
100.00	1.48	1.65	1.81	1.98	2.14	2.31
150.00	1.86	2.02	2.19	2.35	2.52	2.68
200.00	2.24	2.40	2.56	2.73	2.89	3.06
250.00	2.61	2.77	2.94	3.10	3.27	3.43
300.00	2.99	3.15	3.31	3.48	3.64	3.81
350.00	3.36	3.53	3.69	3.85	4.02	4.18

Figura 50: La calicata 05 también está conformado por arenas arcillosas en el estrato cuatro, dando valores similares a la calicata 04, aumentando así sus valores de capacidad de carga admisible a medida que se va profundizando la cimentación.

Calicata 06: Ø = 23.40° C = 0.55 kg/cm^2

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

Df =(cm)	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00
100.00	1.03	1.11	1.19	1.28	1.36	1.44
150.00	1.25	1.33	1.41	1.49	1.58	1.66
200.00	1.46	1.55	1.63	1.71	1.79	1.87
250.00	1.68	1.76	1.85	1.93	2.01	2.09
300.00	1.90	1.98	2.06	2.14	2.23	2.31
350.00	2.12	2.20	2.28	2.36	2.44	2.53

Figura 51: En la calicata 06 se le hace el cálculo de capacidad de carga admisible a la arcilla de plasticidad media, esta calicata es de estrato único y teniendo un ángulo de fricción menor al de las arenas arcillosas.

Calicata 08: Ø = 23.90° C = 0.57 kg/cm^2

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

Df =(cm)	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00
100.00	1.10	1.19	1.28	1.37	1.46	1.55
150.00	1.33	1.42	1.51	1.59	1.68	1.77
200.00	1.55	1.64	1.73	1.82	1.91	2.00
250.00	1.78	1.87	1.95	2.04	2.13	2.22
300.00	2.00	2.09	2.18	2.27	2.36	2.44
350.00	2.23	2.32	2.40	2.49	2.58	2.67

Figura 52: La capacidad de carga admisible de la calicata 08, tiene un suelo conformado por arcillas de plasticidad media en el tercer estrato, aumentando sus valores a medida que se profundiza la cimentación para la construcción de la estructura del centro educativo.

Calicata 10: Ø = 24.00° C = 0.55 kg/cm^2

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

Df =(cm)	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00
100.00	1.09	1.18	1.26	1.35	1.44	1.53
150.00	1.31	1.40	1.49	1.58	1.67	1.75
200.00	1.54	1.62	1.71	1.80	1.89	1.98
250.00	1.76	1.85	1.94	2.03	2.11	2.20
300.00	1.99	2.07	2.16	2.25	2.34	2.43
350.00	2.21	2.30	2.39	2.48	2.56	2.65

Figura 53: En la calicata 10 se puede observar resultados similares a la calicata 08, en el cálculo de la capacidad de carga admisible, debido a que encontramos suelos como arcillas de plasticidad media

Según los resultados en los cuadros de capacidad portante nos dan valores aceptables para la cimentación cuadrada donde se pretende construir la institución educativa Pedro Vilcapaza, donde tendrá una edificación de 2 pisos y la construcción de un coliseo, los valores que nos dan y la profundidad realizada de 2.50m.a 3.00m. Para las muestras del ensayo de corte directo son las adecuadas y tienen valores que garantizan una buena cimentación, como se puede apreciar las arcillas (CL) tienen valores de 1.03 Kg/cm^2 a 1.10Kg/cm^2, en 1.00m de ancho por 1.00m. de profundidad de la zapata, los cual nos da a entender que los suelos son buenos, como también se puede observar que el suelo conformado por arenas arcillosas (SC), tiene valores de 1.34 Kg/cm^2 a 1.48 Kg/cm^2; en 1.00m de ancho por 1.00m de profundidad de zapata lo cual mejora la capacidad portante, como se puede observar los valores obtenidos en los cálculos nos indican que las características geotécnicas del terreno de fundación son buenos y estables a medida que se va profundizando la zapata. Esto valores nos da entender como el terreno va mejorando a medida que se profundiza la excavación de esta manera garantizara una buena construcción para la institución educativa.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

VI. CONCLUSIONES

- Según la evaluación de los parámetros geotécnicos, el terreno de fundación está formado por intercalaciones de estratos cuyos resultados de los ensayos estándares tenemos: limos inorgánicos (ML) con un IP de 6.37% a 8.9%, humedad de 18.52 % a 19.58 %; arenas limosas (SM) con IP de 0.00% a 3.82%, y humedad de 10.34% a 15.44%; arcillas de plasticidad media (CL) con un IP de 8.58% a 9.86%, y humedad de 21.21% a 28.82%; y arenas arcillosas (SC), con IP de 7.04% a 7.50%, con humedad de 12.78% a 15.38%. En los ensayos especiales el ángulo de fricción va desde 23.2° a 24°; con cohesión de 0.55 Kg/cm^2 a 0.57 Kg/cm^2, en arcillas, y en las arenas arcillosas el ángulo de fricción es de 26.1° a 26.5°, y cohesión de 0.39 Kg/cm^2 a 0.40Kg/cm^2.
- Según los cálculos de capacidad portante las arcillas nos da valores de 1.03 Kg/cm^2 a 1.10Kg/cm^2, en 1.00m de ancho por 1.00m. de profundidad de zapata cuadrada y en las arenas arcillosas 1.34 Kg/cm^2 a 1.48 Kg/cm^2; en 1.00m de ancho por 1.00m de profundidad. Se determina que las características geotécnicas del terreno de fundación del suelo son buenos y estables para la cimentación de la construcción en la I. E. P. 72020 Pedro Vilcapaza del Distrito de Tirapata.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta los resultados del presente proyecto de investigación para el diseño de cimentación.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aviles Ponce, L. R. (2013). *"Caracterización Geológica - Geotecnica del Sur de la Ciudad de Quito"*. Quito.

Castrejon Ramirez, A. C. (2018). *Determinación de los Parámetros Geotécnicos mediante Ensayo de Penetración Estandar y Corte Directo en el Habilitacion Urbana Fundo la Peña - Lambayeque.* Piura.

Chapilliquen Celis, V. R. (2017). *Caracterización Geotécnica del Suelo y Roca para el diseño de Pozas Sedimentadoras en la Zona de Cienega Norte - Tantahuatay, Cajamarca.* Cajamarca.

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecanica de Suelos y Cimentaciones, Qunta Edición.* Mexico: Limusa.

Das, B. M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones.* Mexico D.F.: Cengage Learning Editores S.A.

Das, B. M. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica; Cuarta edicion.* Mexico D.F.: Cengage Learning Editores S.A.

Garrido de la Torre, Elvira & Hidalgo Signes, Carlos & Preciado Romero, Jorge Ivan. (2015). *Ensayos de Mecánica de Suelos.* Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.

Gonzales de Vallejo, Luis I. & Ferrer Gijon, Mercedes & Ortuño Abad, Luis & Oteo Mazo, Carlos. (2002). *Ingeniería Geológica.* Madrid: Pearson Educacion.

Juarez Badillo, Eulalio & Rico Rodriguez, Alfonso. (2005). *Mecanica de Suelos; Tomo 1: Fundamentos de la Mecanica de Suelos.* Mexico: Limusa.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

Mamani Oliva, M. (2022). *"Evaluación Geotécnica del Terreno de Fundación para el Diseño de Cimentación de la Construcción del Fuerte Militar General de División Rafael Hoyos Rubio - Rimac - Lima"*. Lima.

Ministerio De Vivienda, C. Y. (23 de Octubre de 2018). "Norma Tecnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones". *El Peruano*.

Ministerio De Vivienda, C. Y. (22 de Octubre de 2018). Norma Tecnica E.050 Suelos y Cimentaciones. *El Peruano*.

Molina Mendoza, E. M. (2016). *Caracterización Geotécnica de la Ciudad de Barranquilla, Colombia.* Barranquilla.

Muelas Rodriguez, A. (s.f.). *Manual de Mecanica de Suelos y Cimentaciones; Capitulo 1: Caracterizacion de los suelos.* Santiago de Chile.

Pari Humpiri, s. (2018). *Evaluación Geológica y Geotécnica del Terreno de Fundación para la Construcción del Edificio Archivo Regional Puno.* Puno.

Rodriguez Serquen, W. (2020). *Fundamentos de Ingeniería Geotecnica Suelos y Cimentaciones.* Lambayeque.

Zapata, R. (2018). Tipos de Suelos: Caracterización de suelos arcillosos y limosos. *Geologia y Geotecnia*, 28.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

ANEXOS

1. PANEL FOTOGRAFICO
2. ENSAYOS DE LABORATORIO

   1.1 Ensayos Estándares

   1.2. Ensayos Especiales
3. CAPACIDAD PORTANTE
4. PERFILES ESTRATIGRAFICOS
5. MAPAS

   5.1 Mapa de Ubicación

   5.2 Mapa Geológico Local

   5.3 Mapa Geomorfológico

   5.4 Mapa Geotécnico

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

ANEXOS

ANEXO N° 01

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 01: Vista de la excavación de la calicata C-01, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 02: Vista de la toma de medidas de profundidad durante la excavación de los estratos de la calicata C-01.

Fotografía 03: Vista de la excavación de la calicata C-02, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 04: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 02, para realizar los ensayos en laboratorio.

Fotografía 05: Vista de la excavación de la calicata C-03, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 06: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 03, para realizar los ensayos en laboratorio.

Fotografía 07: Vista de la excavación de la calicata C-04, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 08: Vista de la toma de medidas de profundidad durante la excavación de los estratos de la calicata C-04.

Fotografía 09: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 04, para realizar los ensayos en laboratorio

Fotografía 10: Vista de la excavación de la calicata C-05, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 11: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 05, para realizar los ensayos en laboratorio

Fotografía 12: Vista de la excavación de la calicata C-06, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 13: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 06, para realizar los ensayos en laboratorio

Fotografía 14: Vista de la excavación de la calicata C-07, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 15: Vista de la toma de medidas de profundidad durante la excavación de los estratos de la calicata C-07.

Fotografía 16: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 07, para realizar los ensayos en laboratorio

Fotografía 17: Vista de la excavación de la calicata C-08, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 18: Vista de la toma de medidas de profundidad durante la excavación de los estratos de la calicata C-08

Fotografía 19: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 08, para realizar los ensayos en laboratorio.

Fotografía 20: Vista de la excavación de la calicata C-09, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 21: Vista de la toma de medidas de profundidad durante la excavación de los estratos de la calicata C-09.

Fotografía 22: Vista de la toma de muestra por el personal especialista de la calicata 09, para realizar los ensayos en laboratorio.

Fotografía 23: Vista de la excavación de la calicata C-10, para la toma de muestras de cada estrato.

Fotografía 24: Vista de la toma de medidas de profundidad durante la excavación de los estratos de la calicata C-10.

Fotografía 25: Vista de los equipos de laboratorio para realizar los respectivos ensayos.

Fotografía 26: Vista de la realización del ensayo de granulometría por el personal técnico.

Fotografía 27: Vista de los equipos de laboratorio para realizar los ensayos de límites de consistencia por el personal técnico.

Fotografía 28: Vista del equipo de corte directo para realizar el ensayo del espécimen.

Fotografía 29: Vista del espécimen introducida al molde.

Fotografía 30: Vista de la muestra luego del corte directo con su respectiva rotura del espécimen.

Fotografía 31: Vista del personal técnico de laboratorio realizando el ensayo de corte directo.

ANEXO N° 02

ENSAYOS DE LABORATORIO

2.1 ENSAYOS ESTANDARES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 0.00 m. a 1.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	1	1		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,354.00	1,354.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,227.00	1,227.00		
Agua	Gr.	127.00	127.00		
Peso del Tarro	Gr.	554.00	554.00		
Suelo Seco	Gr.	673.00	673.00		
% de Humedad	%	18.87	18.87		
% de Humedad promedio	%	18.87			

Observaciones:

ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 0.00 m. a 1.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.09	0.01	0.01	99.99
N°16	1.19	0.00	0.00	0.01	99.99
N° 20	0.84	1.25	0.19	0.20	99.80
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.20	99.80
N° 40	0.43	1.97	0.29	0.49	99.51
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.49	99.51
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.49	99.51
N° 100	0.15	5.02	0.75	1.24	98.76
N° 200	0.07	8.34	1.24	2.48	97.52
-200.00		656.33	97.52	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	673.00
Peso Fracción	:	673.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**32.33**	**%**
Limite Plastico	:	**23.43**	**%**
Indice Plastico	:	**8.90**	**%**

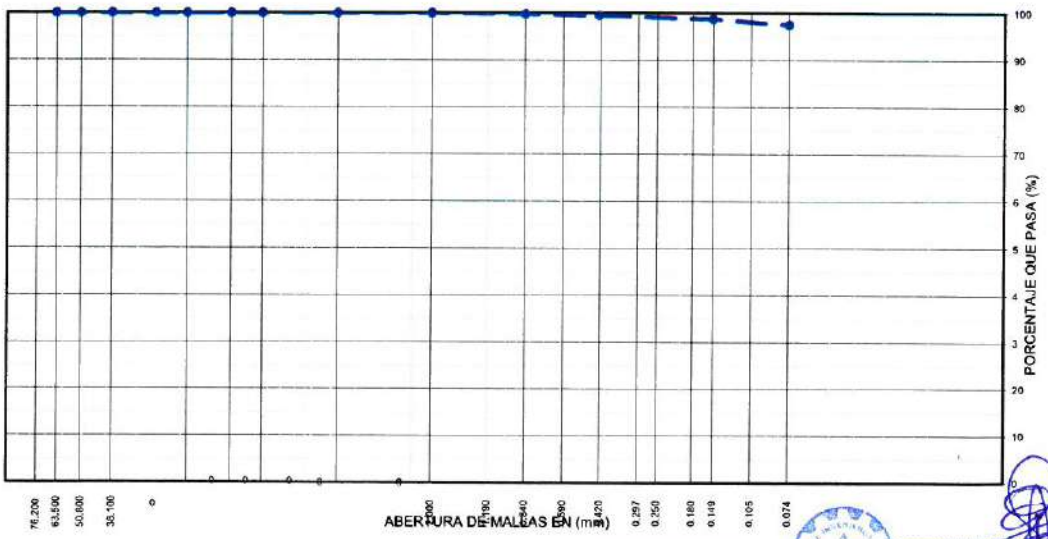
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**ML**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	18.87 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad..

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO E. CUBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE ROYECTO. :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. RESPONS. :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 01 0.00 m. a 1.90 m.	ASIST. GEOTECNIA. :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO :	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	5	6			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	36.92	34.36			
T. + Suelo Seco	Gr.	31.85	29.59			
Agua	Gr.	5.07	4.77			
Peso del Tarro	Gr.	15.32	15.18			
Suelo Seco	Gr.	16.53	14.41			
% de Humedad	%	30.67	33.10			
Nro. De Golpes	N°	34	22			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

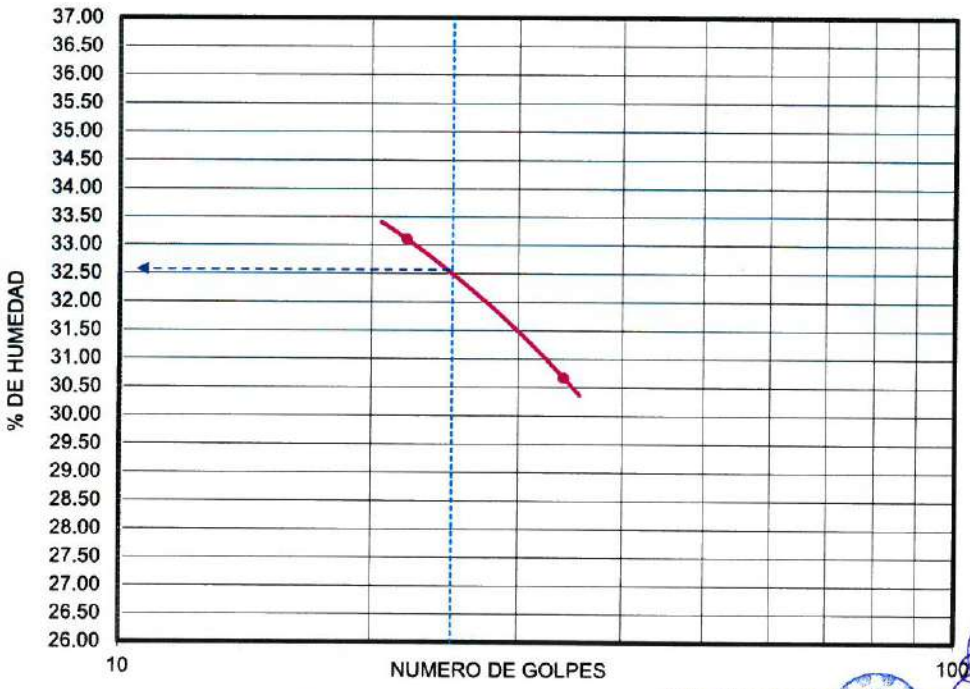
Nro. De Tarro	N°	51	51	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.54	17.54	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.13	17.13	
Agua	Gr.	0.41	0.41	
Peso del Tarro	Gr.	15.38	15.38	
Suelo Seco	Gr.	1.75	1.75	
% de Humedad	%	23.43	23.43	
Humedad Promedio	%	23.43		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 32.33 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	32.33 %
L.P.	23.43 %
I.P.	8.90 %



JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 - M 2. - 1.90 m. a 2.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	2	2		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,345.00	1,345.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,205.00	1,205.00		
Agua	Gr.	140.00	140.00		
Peso del Tarro	Gr.	545.00	545.00		
Suelo Seco	Gr.	660.00	660.00		
% de Humedad	%	21.21	21.21		
% de Humedad promedio	%	21.21			

Observaciones:

Ing. JUAN ESCUDERO ARIZACA
CIP. 55558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 - M 2. - 1.90 m. a 2.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.18	0.18	0.18	99.82
N°16	1.19	0.00	0.00	0.18	99.82
N° 20	0.84	1.64	1.64	1.82	98.18
N° 30	0.59	0.00	0.00	1.82	98.18
N° 40	0.43	1.96	1.96	3.78	96.22
N° 50	0.30	0.00	0.00	3.78	96.22
N° 80	0.18	0.00	0.00	3.78	96.22
N° 100	0.15	5.80	5.80	9.58	90.42
N° 200	0.07	9.47	9.47	19.05	80.95
-200.00		640.95	97.11	116.16	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	660.00
Peso Fracción	:	660.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

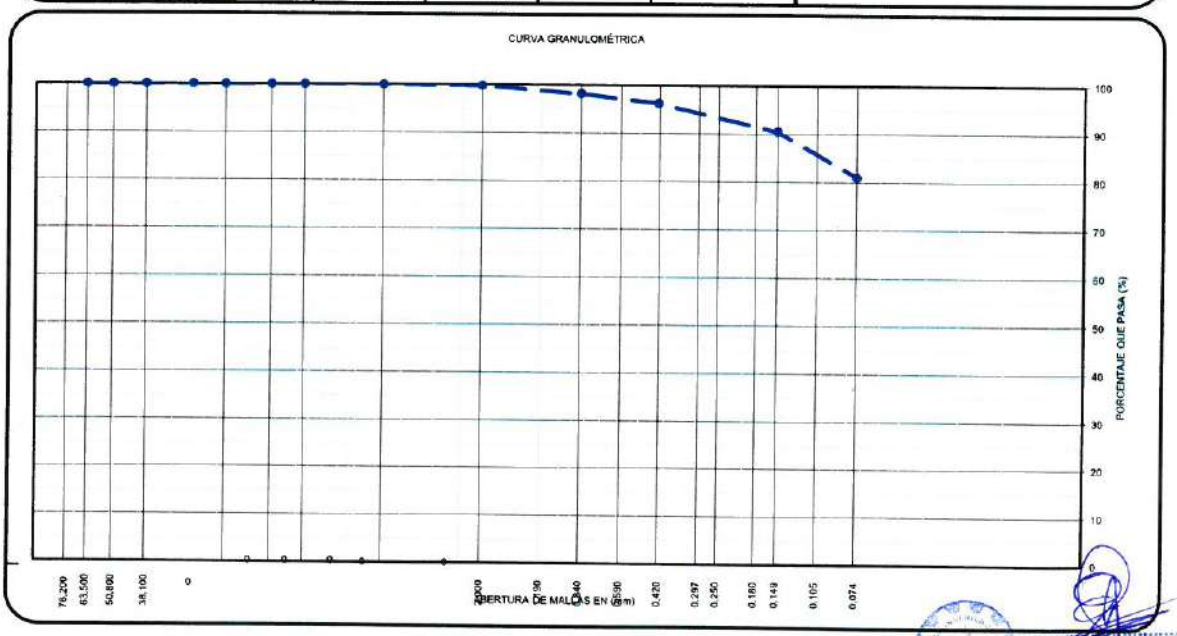
Limite Liquido	:	32.83 %
Limite Plastico	:	22.97 %
Indice Plastico	:	9.86 %

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	21.21 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 - M 2. - 1.90 m. a 2.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	53	2			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	40.96	32.83			
T. + Suelo Seco	Gr.	34.71	28.14			
Agua	Gr.	6.25	4.69			
Peso del Tarro	Gr.	14.83	14.45			
Suelo Seco	Gr.	19.88	13.69			
% de Humedad	%	31.44	34.26			
Nro. De Golpes	N°	33	18			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

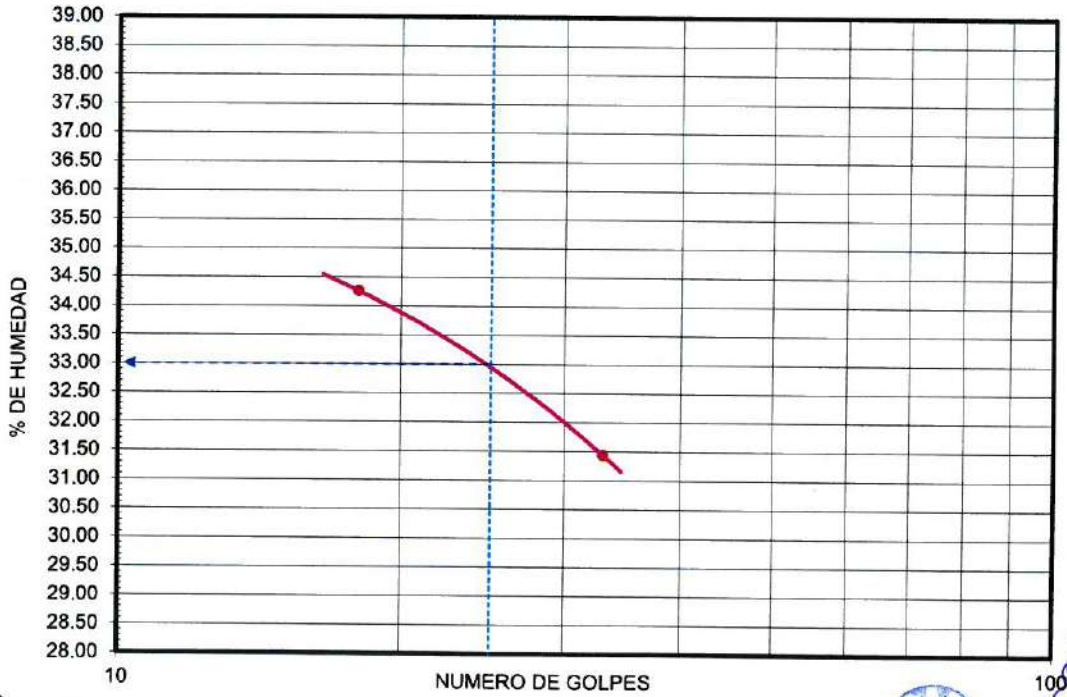
Nro. De Tarro	N°	152	152	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.73	17.73	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.25	17.25	
Agua	Gr.	0.48	0.48	
Peso del Tarro	Gr.	15.16	15.16	
Suelo Seco	Gr.	2.09	2.09	
% de Humedad	%	22.97	22.97	
Humedad Promedio	%	22.97		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 32.93 %

DONDE
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	32.83 %
L.P.	22.97 %
I.P.	9.86 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 02 0.00 m. a 0.60 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	3	3		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	3,553.00	3,553.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	3,298.00	3,298.00		
Agua	Gr.	255.00	255.00		
Peso del Tarro	Gr.	560.00	560.00		
Suelo Seco	Gr.	2,738.00	2,738.00		
% de Humedad	%	9.31	9.31		
% de Humedad promedio	%	9.31			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 02 0.00 m. a 0.60 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	596.00	21.77	21.77	78.23
1"	25.40	273.00	9.97	31.74	68.26
3/4"	19.05	102.00	3.73	35.46	64.54
1/2"	12.70	78.00	2.85	38.31	61.69
3/8"	9.53	39.00	1.42	39.74	60.26
1/4"	6.35	0.00	0.00	39.74	60.26
N° 4	4.76	113.00	4.13	43.86	56.14
N° 6	3.36	0.00	0.00	43.86	56.14
N° 8	2.38	0.00	0.00	43.86	56.14
N° 10	2.00	41.83	4.70	48.56	51.44
N°16	1.19	0.00	0.00	48.56	51.44
N° 20	0.84	24.77	2.78	51.34	48.66
N° 30	0.59	0.00	0.00	51.34	48.66
N° 40	0.43	23.58	2.65	53.99	46.01
N° 50	0.30	0.00	0.00	53.99	46.01
N° 80	0.18	0.00	0.00	53.99	46.01
N° 100	0.15	29.02	3.26	57.25	42.75
N° 200	0.07	19.14	2.15	59.40	40.60
-200.00		361.66	40.60	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	2,738.00
Peso Fracción	:	500.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**29.93 %**
Limite Plastico	:	**25.42 %**
Indice Plastico	:	**4.51 %**

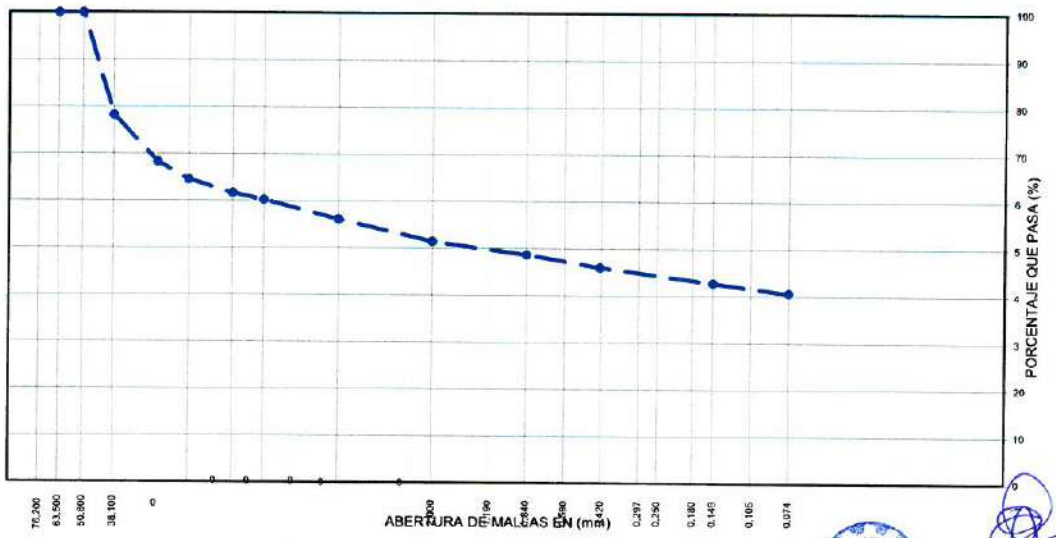
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (1)**
SUCS :	**GM**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	9.31 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Gravas con finos limosas, grava mal graduado muy limoso mezclas grava-arena-arcilla.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP 80558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 02 0.00 m. a 0.60 m.	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	18	74			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	32.84	30.75			
T. + Suelo Seco	Gr.	28.47	26.74			
Agua	Gr.	4.37	4.01			
Peso del Tarro	Gr.	13.58	13.24			
Suelo Seco	Gr.	14.89	13.50			
% de Humedad	%	29.35	29.70			
Nro. De Golpes	N°	34	22			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

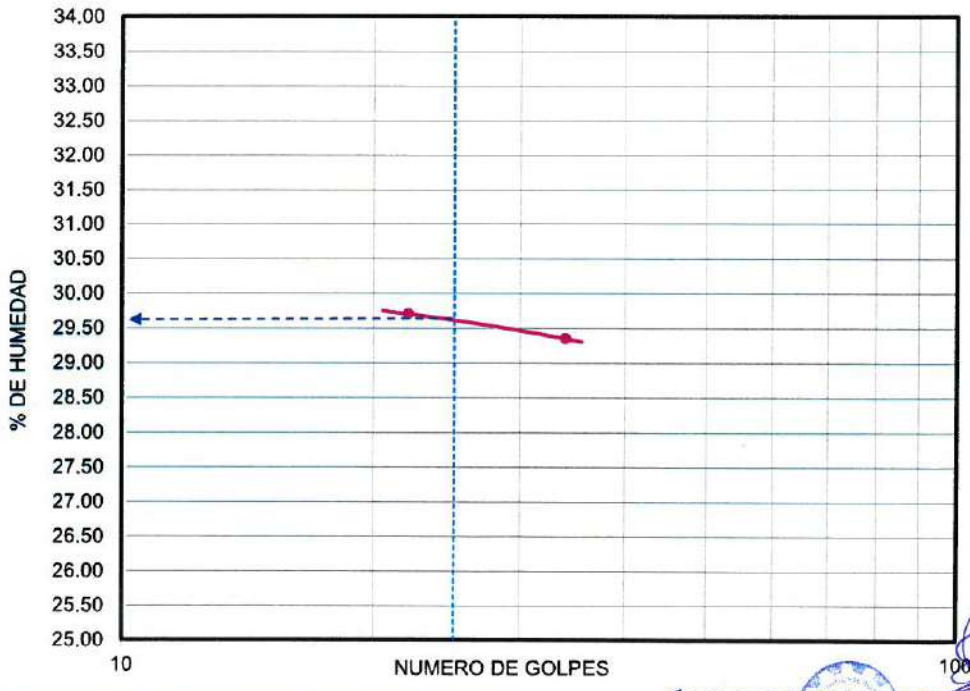
Nro. De Tarro	N°	2	2	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	16.68	16.68	
T. + Suelo Seco	Gr.	16.23	16.23	
Agua	Gr.	0.45	0.45	
Peso del Tarro	Gr.	14.46	14.46	
Suelo Seco	Gr.	1.77	1.77	
% de Humedad	%	25.42	25.42	
Humedad Promedio	%	25.42		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

LL = Wn*(N/25)^0.121 = 29.93 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	**29.93 %**
L.P.	**25.42 %**
I.P.	**4.51 %**



ROGER SOLEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 - M 2. - 0.60 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	4	4		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,355.00	1,355.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,182.00	1,182.00		
Agua	Gr.	173.00	173.00		
Peso del Tarro	Gr.	555.00	555.00		
Suelo Seco	Gr.	627.00	627.00		
% de Humedad	%	27.59	27.59		
% de Humedad promedio	%	27.59			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 01 - M 2. - 0.60 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.24	0.18	0.18	99.82
N°16	1.19	0.00	0.00	0.18	99.82
N° 20	0.84	0.06	1.64	1.82	98.18
N° 30	0.59	0.00	0.00	1.82	98.18
N° 40	0.43	0.07	1.96	3.78	96.22
N° 50	0.30	0.00	0.00	3.78	96.22
N° 80	0.18	0.00	0.00	3.78	96.22
N° 100	0.15	0.52	5.80	9.58	90.42
N° 200	0.07	1.08	9.47	19.05	80.95
-200.00		625.03	99.69	118.74	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	627.00
Peso Fracción	:	627.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

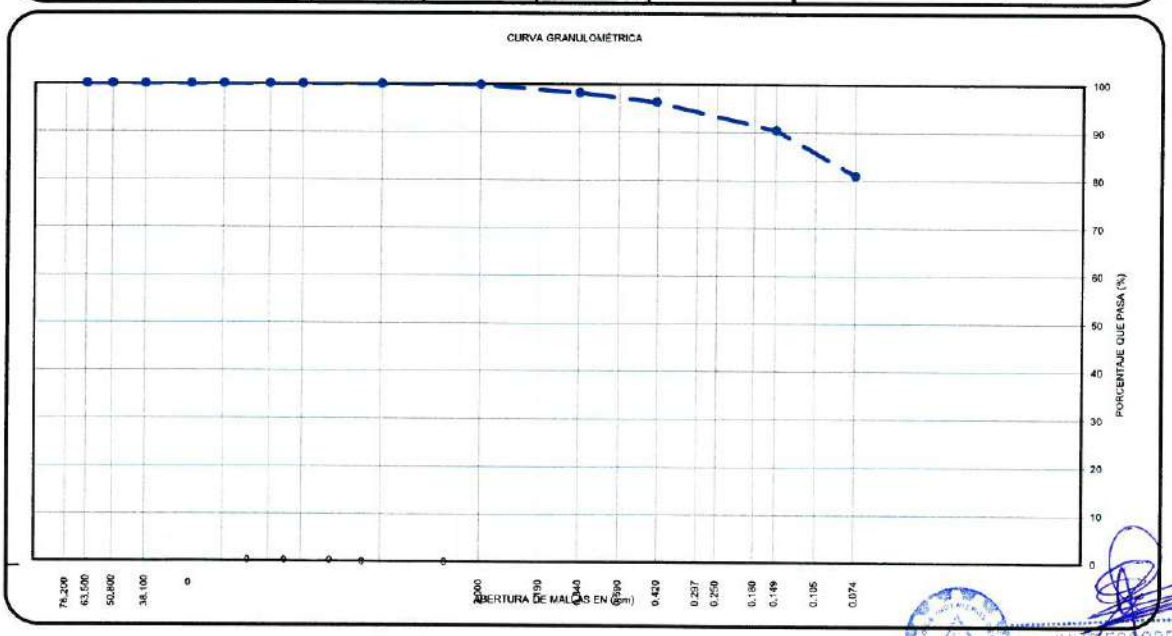
Limite Liquido	:	32.71	%
Limite Plastico	:	23.28	%
Indice Plastico	:	9.43	%

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	27.59 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA**	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE PROYECTO.**	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. ESPECIALISTA.**	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 01 - M 2. - 0.60 m. a 2.70 m.	**ASIST. GEOTECNIA.**	:
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO**	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	3	13			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	39.00	43.81			
T. + Suelo Seco	Gr.	33.18	36.49			
Agua	Gr.	5.82	7.32			
Peso del Tarro	Gr.	14.94	14.85			
Suelo Seco	Gr.	18.24	21.64			
% de Humedad	%	31.91	33.83			
Nro. De Golpes	N°	30	18			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

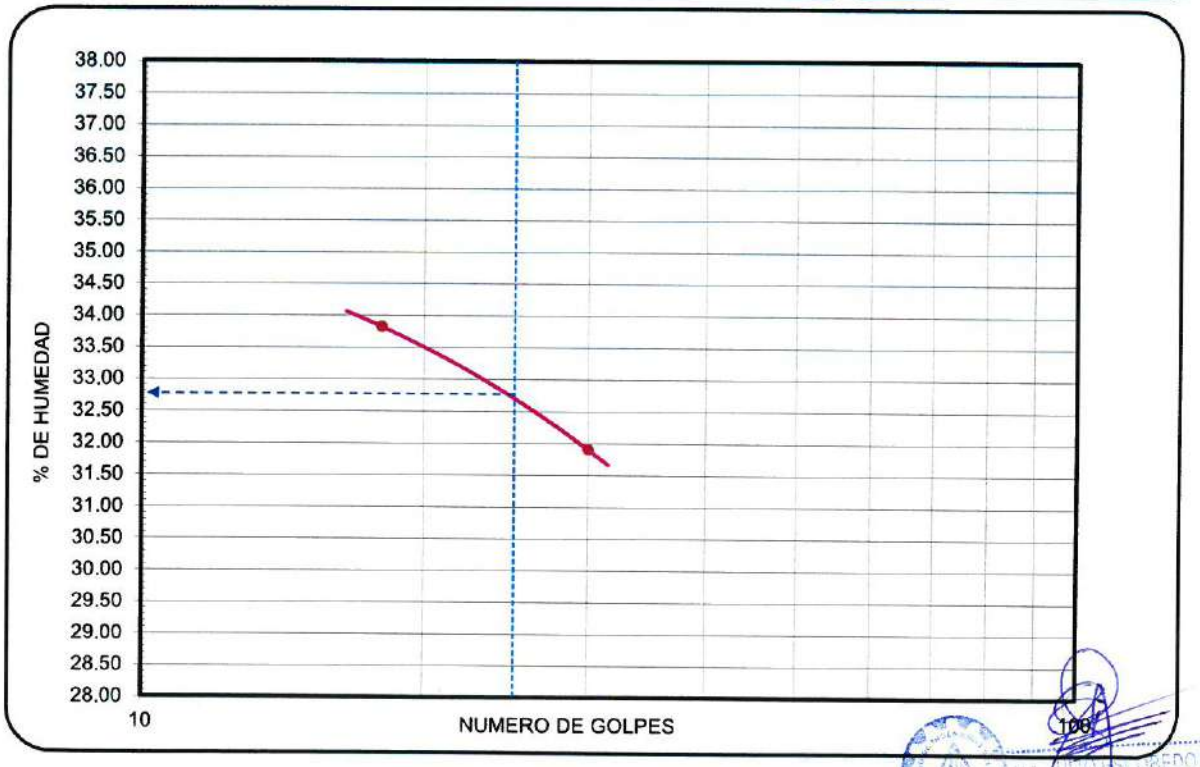
Nro. De Tarro	N°	14	14	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.08	18.08	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.54	17.54	
Agua	Gr.	0.54	0.54	
Peso del Tarro	Gr.	15.22	15.22	
Suelo Seco	Gr.	2.32	2.32	
% de Humedad	%	23.28	23.28	
Humedad Promedio	%		23.28	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{\wedge 0.121}$ = 32.71 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	32.71 %
L.P.	23.28 %
I.P.	9.43 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 03 0.00 m. a 1.00 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	5	5		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,322.00	1,322.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,197.00	1,197.00		
Agua	Gr.	125.00	125.00		
Peso del Tarro	Gr.	522.00	522.00		
Suelo Seco	Gr.	675.00	675.00		
% de Humedad	%	18.52	18.52		
% de Humedad promedio	%	18.52			

Observaciones:

Ing. JULIO ESQUEDO ARIZACA
CIP. 50558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 03 0.00 m. a 1.00 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.51	0.08	0.08	99.92
N°16	1.19	0.00	0.00	0.08	99.92
N° 20	0.84	1.10	0.16	0.24	99.76
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.24	99.76
N° 40	0.43	2.50	0.37	0.61	99.39
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.61	99.39
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.61	99.39
N° 100	0.15	12.92	1.91	2.52	97.48
N° 200	0.07	17.48	2.59	5.11	94.89
-200.00		640.49	94.89	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	675.00
Peso Fracción	:	675.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**31.31**	**%**
Limite Plastico	:	**23.62**	**%**
Indice Plastico	:	**7.69**	**%**

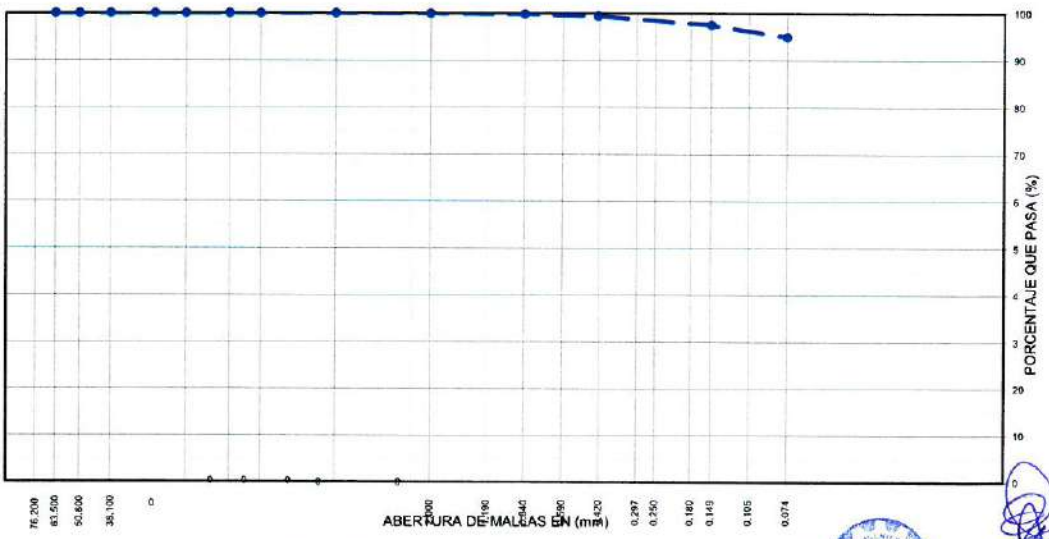
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**ML**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	18.52 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, o limos arcillosos con ligera plásticidad.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 03 0.00 m. a 1.00 m.	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	58	74			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	33.05	31.79			
T. + Suelo Seco	Gr.	28.74	27.20			
Agua	Gr.	4.31	4.59			
Peso del Tarro	Gr.	14.41	13.23			
Suelo Seco	Gr.	14.33	13.97			
% de Humedad	%	30.08	32.86			
Nro. De Golpes	Nº	29	19			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

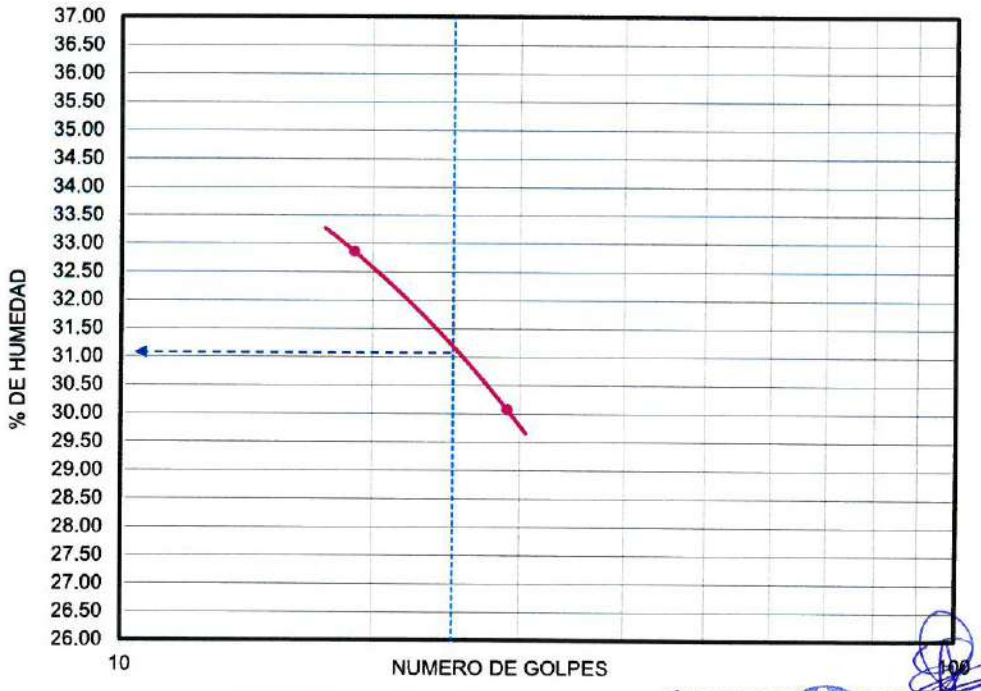
Nro. De Tarro	Nº	56	56	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.30	17.30	
T. + Suelo Seco	Gr.	16.83	16.83	
Agua	Gr.	0.47	0.47	
Peso del Tarro	Gr.	14.84	14.84	
Suelo Seco	Gr.	1.99	1.99	
% de Humedad	%	23.62	23.62	
Humedad Promedio	%	23.62		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{\wedge 0.121}$ = 31.31 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	**31.31 %**
L.P.	**23.62 %**
I.P.	**7.69 %**



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 03 - M 2. - 1.00 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	6	6		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,324.00	1,324.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,153.00	1,153.00		
Agua	Gr.	171.00	171.00		
Peso del Tarro	Gr.	524.00	524.00		
Suelo Seco	Gr.	629.00	629.00		
% de Humedad	%	27.19	27.19		
% de Humedad promedio	%	27.19			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 03 - M 2. - 1.00 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.28	0.18	0.18	99.82
N°16	1.19	0.00	0.00	0.18	99.82
N° 20	0.84	1.86	1.64	1.82	98.18
N° 30	0.59	0.00	0.00	1.82	98.18
N° 40	0.43	4.21	1.96	3.78	96.22
N° 50	0.30	0.00	0.00	3.78	96.22
N° 80	0.18	0.00	0.00	3.78	96.22
N° 100	0.15	16.62	5.80	9.58	90.42
N° 200	0.07	17.73	9.47	19.05	80.95
-200.00		588.30	93.53	112.58	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	629.00
Peso Fracción	:	629.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

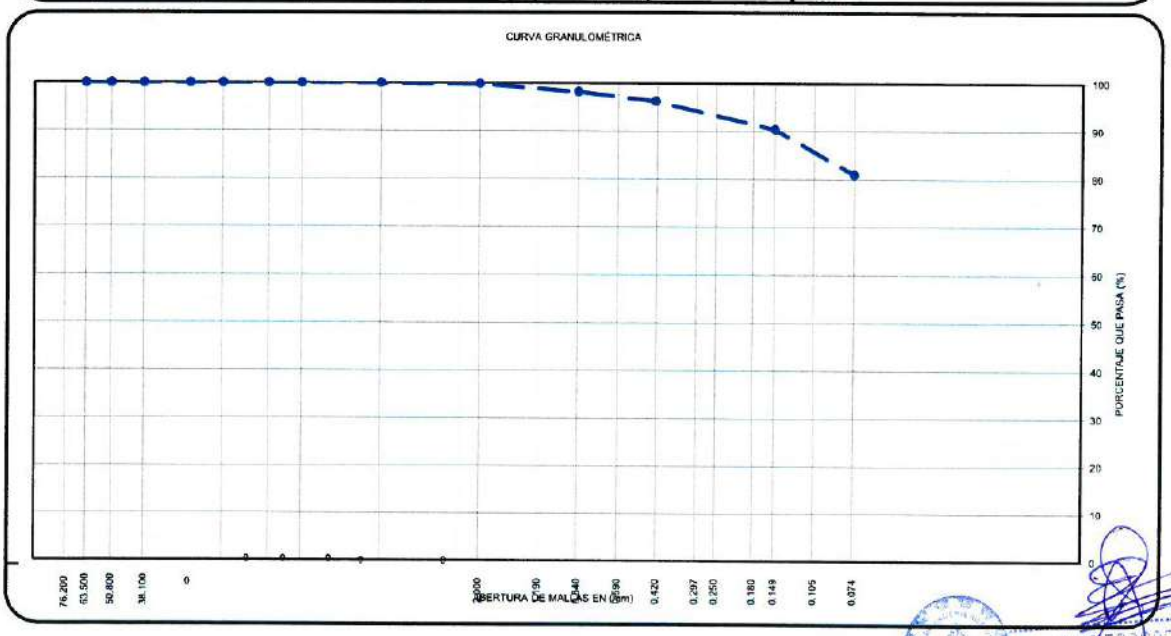
Limite Liquido	:	31.58 %
Limite Plastico	:	23.00 %
Indice Plastico	:	8.58 %

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	27.19 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 03 - M 2. - 1.00 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	8	18			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	36.68	27.61			
T. + Suelo Seco	Gr.	32.41	24.24			
Agua	Gr.	4.27	3.37			
Peso del Tarro	Gr.	18.56	13.58			
Suelo Seco	Gr.	13.85	10.66			
% de Humedad	%	30.83	31.61			
Nro. De Golpes	Nº	32	23			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

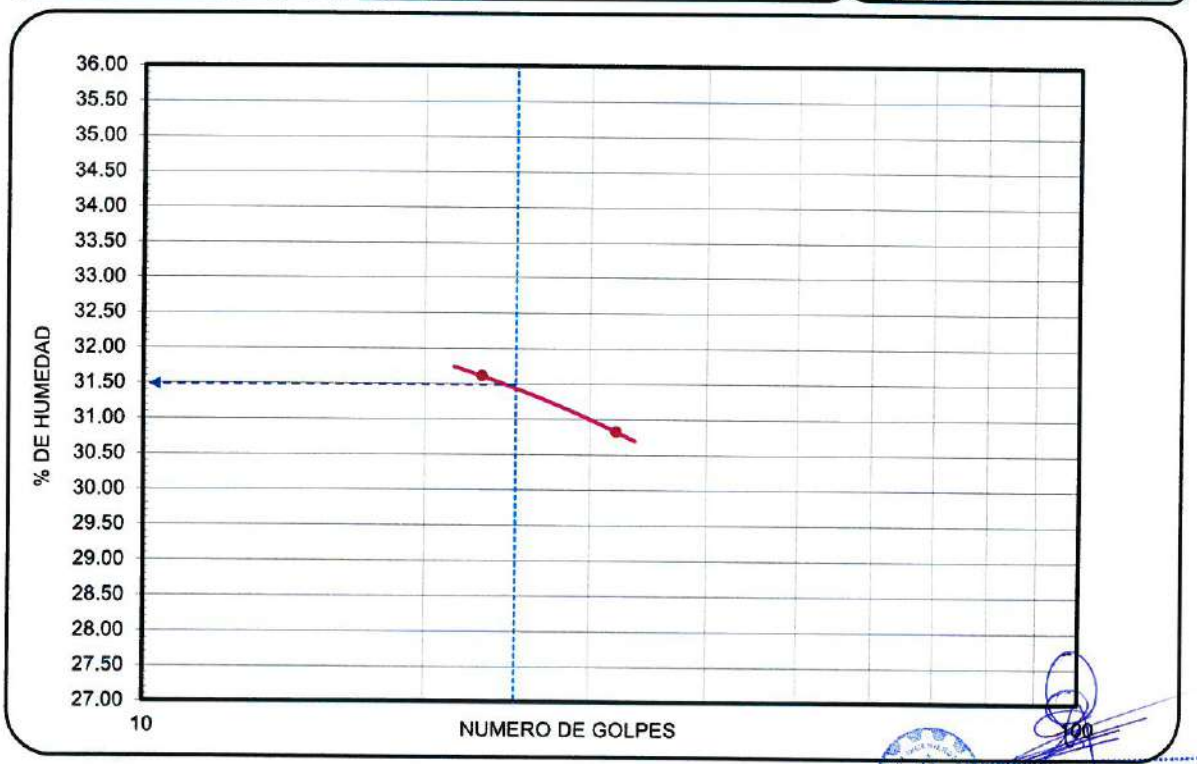
Nro. De Tarro	Nº	4	4	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.93	17.93	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.44	17.44	
Agua	Gr.	0.49	0.49	
Peso del Tarro	Gr.	15.31	15.31	
Suelo Seco	Gr.	2.13	2.13	
% de Humedad	%	23.00	23.00	
Humedad Promedio	%	23.00		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 31.58 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	31.58 %
L.P.	23.00 %
I.P.	8.58 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA**	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.**	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.**	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 04 0.00 m. a 0.70 m.	**ASIST. GEOTECNIA.**	: 0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO**	: L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	7	7		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,321.00	1,321.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,190.00	1,190.00		
Agua	Gr.	131.00	131.00		
Peso del Tarro	Gr.	521.00	521.00		
Suelo Seco	Gr.	669.00	669.00		
% de Humedad	%	19.58	19.58		
% de Humedad promedio	%	19.58			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 00558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 0.00 m. a 0.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	1.00	0.15	0.15	99.85
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.15	99.85
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.15	99.85
N° 10	2.00	3.78	0.56	0.71	99.29
N°16	1.19	0.00	0.00	0.71	99.29
N° 20	0.84	10.55	1.57	2.29	97.71
N° 30	0.59	0.00	0.00	2.29	97.71
N° 40	0.43	17.48	2.61	4.90	95.10
N° 50	0.30	0.00	0.00	4.90	95.10
N° 80	0.18	0.00	0.00	4.90	95.10
N° 100	0.15	45.96	6.86	11.76	88.24
N° 200	0.07	39.19	5.85	17.61	82.39
-200.00		552.04	82.39	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	669.00
Peso Fracción	:	669.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**30.97 %**
Limite Plastico	:	**24.60 %**
Indice Plastico	:	**6.37 %**

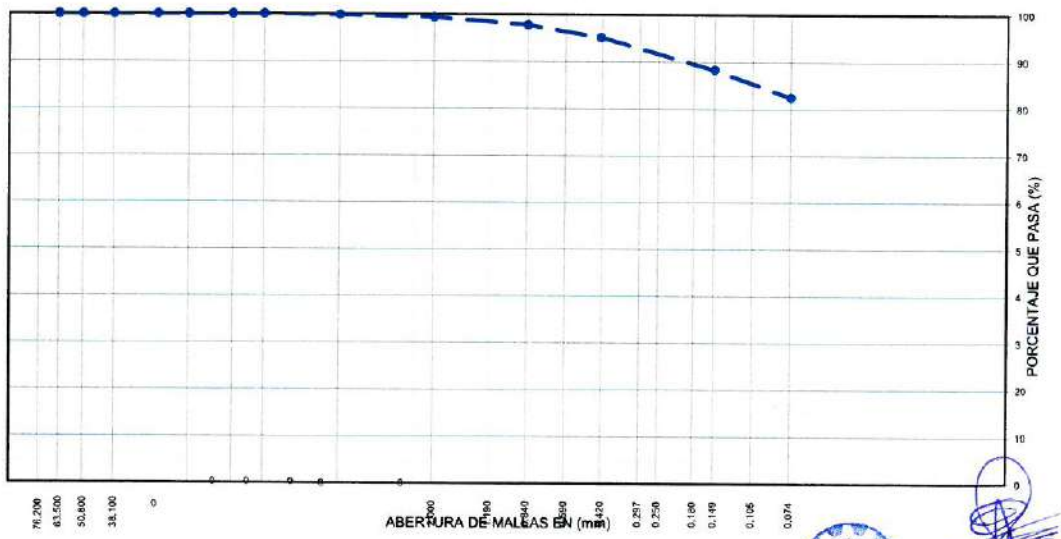
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**ML**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	19.58 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 04 0.00 m. a 0.70 m.	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	52	12			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	31.30	34.58			
T. + Suelo Seco	Gr.	27.62	29.88			
Agua	Gr.	3.68	4.70			
Peso del Tarro	Gr.	15.50	15.00			
Suelo Seco	Gr.	12.12	14.88			
% de Humedad	%	30.36	31.59			
Nro. De Golpes	Nº	34	16			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

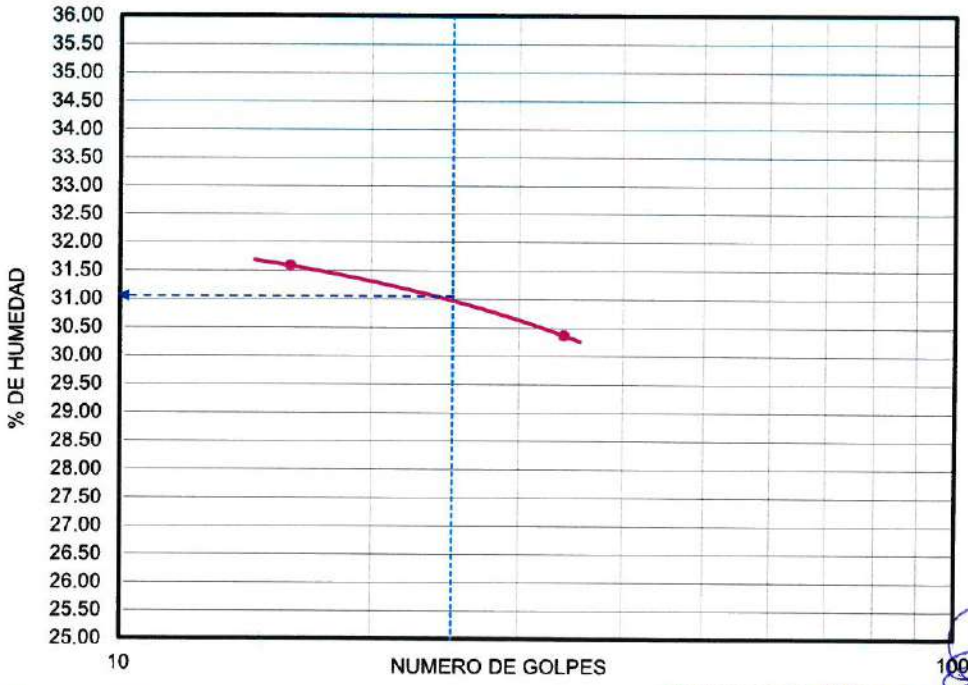
Nro. De Tarro	Nº	39	39	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	16.53	16.53	
T. + Suelo Seco	Gr.	15.92	15.92	
Agua	Gr.	0.61	0.61	
Peso del Tarro	Gr.	13.44	13.44	
Suelo Seco	Gr.	2.48	2.48	
% de Humedad	%	24.60	24.60	
Humedad Promedio	%	24.60		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 30.97 %

;DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	**30.97 %**
L.P.	**24.60 %**
I.P.	**6.37 %**



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 99558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 2. - 0.70m. a 1.20 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	8	8		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,725.00	1,725.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,618.00	1,618.00		
Agua	Gr.	107.00	107.00		
Peso del Tarro	Gr.	925.00	925.00		
Suelo Seco	Gr.	693.00	693.00		
% de Humedad	%	15.44	15.44		
% de Humedad promedio	%	15,44			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 2. - 0.70m. a 1.20 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	4.00	0.58	0.58	99.42
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.58	99.42
N° 4	4.76	5.00	0.72	1.30	98.70
N° 6	3.36	0.00	0.00	1.30	98.70
N° 8	2.38	0.00	0.00	1.30	98.70
N° 10	2.00	22.73	3.24	4.54	95.46
N°16	1.19	0.00	0.00	4.54	95.46
N° 20	0.84	48.81	6.95	11.49	88.51
N° 30	0.59	0.00	0.00	11.49	88.51
N° 40	0.43	53.87	7.67	19.16	80.84
N° 50	0.30	0.00	0.00	19.16	80.84
N° 80	0.18	0.00	0.00	19.16	80.84
N° 100	0.15	145.18	20.68	39.84	60.16
N° 200	0.07	97.14	13.84	53.67	46.33
-200.00		325.27	46.33	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	693.00
Peso Fracción	:	693.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

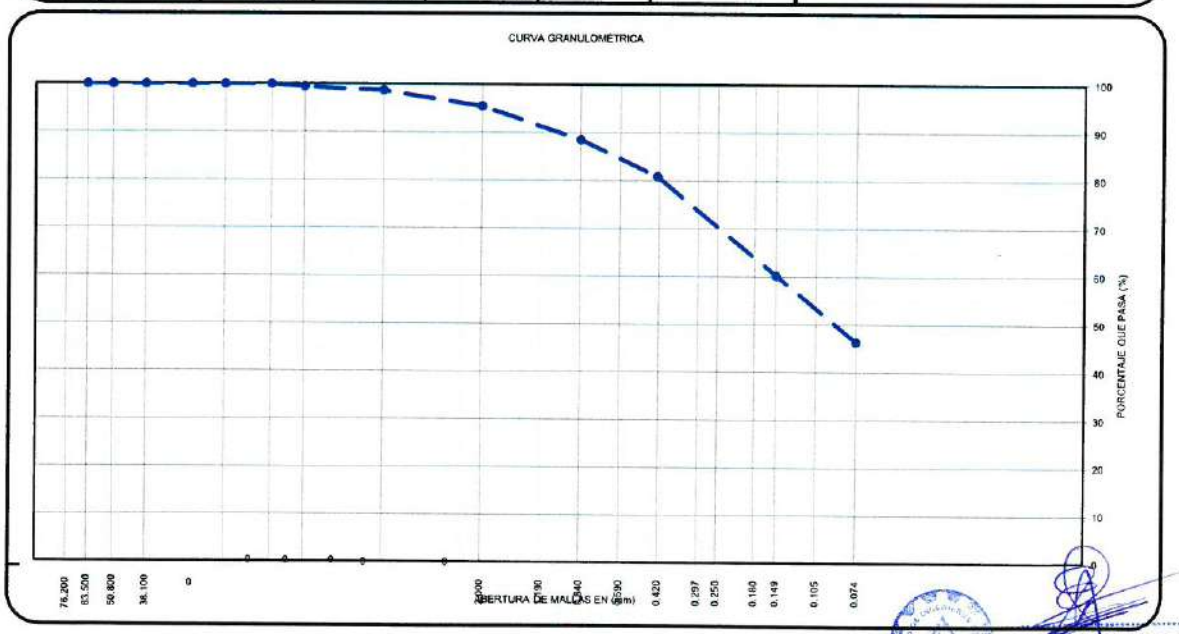
Limite Liquido	:	19.70	%
Limite Plastico	:	15.88	%
Indice Plastico	:	3.82	%

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (2)**
SUCS :	**SM**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	15.44 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA**	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE PROYECTO.**	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. ESPECIALISTA.**	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 04 - M 2. - 0.70m. a 1.20 m.	**ASIST. GEOTECNIA.**	:
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO**	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	54	15			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	50.86	35.79			
T. + Suelo Seco	Gr.	45.14	32.28			
Agua	Gr.	5.72	3.51			
Peso del Tarro	Gr.	15.54	14.56			
Suelo Seco	Gr.	29.60	17.72			
% de Humedad	%	19.32	19.81			
Nro. De Golpes	N°	29	24			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

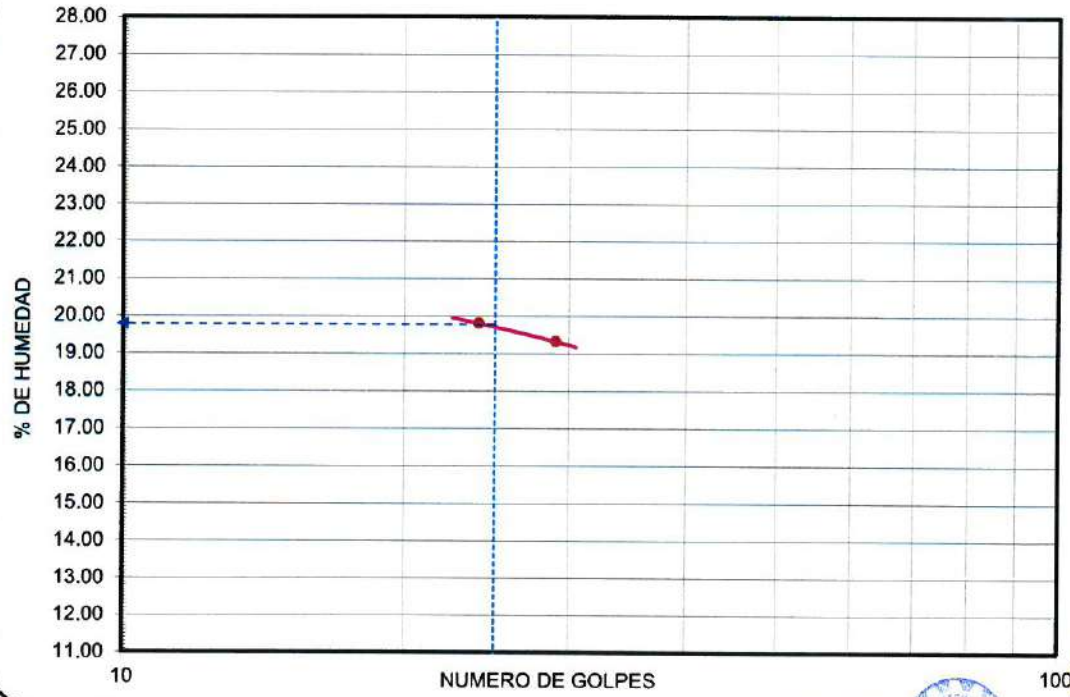
Nro. De Tarro	N°	7	7	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.89	18.89	
T. + Suelo Seco	Gr.	18.35	18.35	
Agua	Gr.	0.54	0.54	
Peso del Tarro	Gr.	14.95	14.95	
Suelo Seco	Gr.	3.40	3.40	
% de Humedad	%	15.88	15.88	
Humedad Promedio	%	15.88		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

LL = Wn*(N/25)^0.121 = 19.70 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	**19.70 %**
L.P.	**15.88 %**
I.P.	**3.82 %**



Ing. ELIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 3. - 1.20m. a 2.30m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	9	9		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,721.00	1,721.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,558.00	1,558.00		
Agua	Gr.	163.00	163.00		
Peso del Tarro	Gr.	921.00	921.00		
Suelo Seco	Gr.	637.00	637.00		
% de Humedad	%	25.59	25.59		
% de Humedad promedio	%	25.59			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 3. - 1.20m. a 2.30m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 10	2.00	1.05	0.16	0.16	99.84	
N°16	1.19	0.00	0.00	0.16	99.84	
N° 20	0.84	2.73	0.43	0.59	99.41	
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.59	99.41	
N° 40	0.43	2.87	0.45	1.04	98.96	
N° 50	0.30	0.00	0.00	1.04	98.96	
N° 80	0.18	0.00	0.00	1.04	98.96	
N° 100	0.15	8.68	1.36	2.41	97.59	
N° 200	0.07	6.87	1.08	3.49	96.51	
-200.00		614.80	87.56	91.05	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	637.00
Peso Fracción	:	637.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

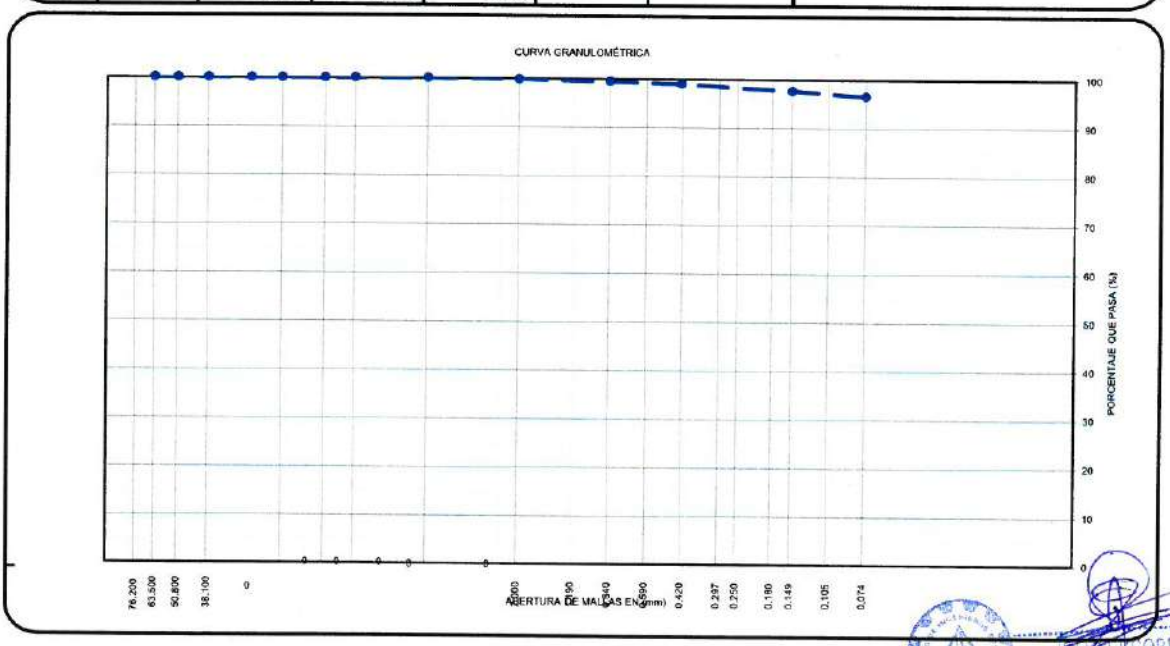
Limite Liquido	:	**32.07 %**
Limite Plastico	:	**22.52 %**
Indice Plastico	:	**9.55 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	25.59 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 3. - 1.20m. a 2.30m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	13	40			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	58.73	54.87			
T. + Suelo Seco	Gr.	54.06	50.82			
Agua	Gr.	4.67	4.05			
Peso del Tarro	Gr.	38.81	38.41			
Suelo Seco	Gr.	15.25	12.41			
% de Humedad	%	30.62	32.63			
Nro. De Golpes	Nº	32	24			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

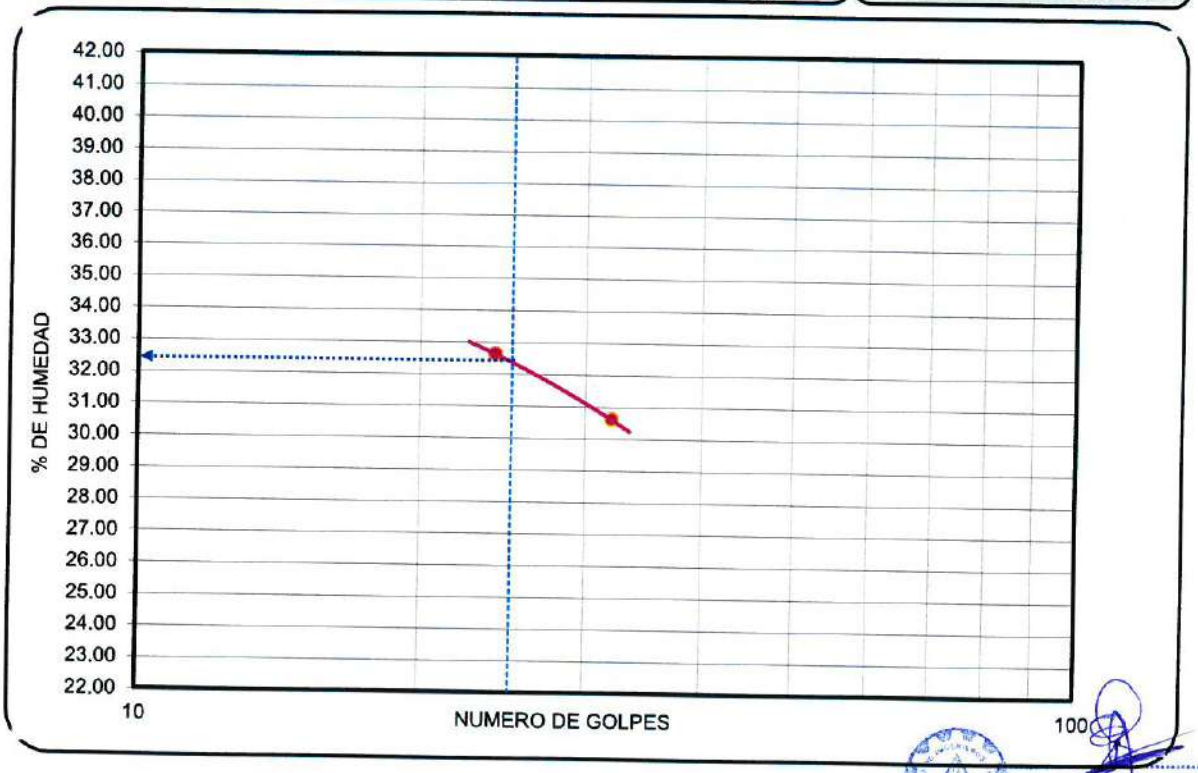
Nro. De Tarro	Nº	21	21	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	40.53	40.53	
T. + Suelo Seco	Gr.	40.19	40.19	
Agua	Gr.	0.34	0.34	
Peso del Tarro	Gr.	38.68	38.68	
Suelo Seco	Gr.	1.51	1.51	
% de Humedad	%	22.52	22.52	
Humedad Promedio	%		22.52	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 32.07 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	32.07 %
L.P.	22.52 %
I.P.	9.55 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 4. - 2.30m. a 2.70m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022

ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	9	9		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,823.00	1,823.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,703.00	1,703.00		
Agua	Gr.	120.00	120.00		
Peso del Tarro	Gr.	923.00	923.00		
Suelo Seco	Gr.	780.00	780.00		
% de Humedad	%	15.38	15.38		
% de Humedad promedio	%	15.38			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 4. - 2.30m. a 2.70m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	11.00	1.41	1.41	98.59	
1/4"	6.35	0.00	0.00	1.41	98.59	
N° 4	4.76	66.00	8.46	9.87	90.13	
N° 6	3.36	0.00	0.00	9.87	90.13	
N° 8	2.38	0.00	0.00	9.87	90.13	
N° 10	2.00	143.21	18.36	28.23	71.77	
N°16	1.19	0.00	0.00	28.23	71.77	
N° 20	0.84	143.39	18.38	46.62	53.38	
N° 30	0.59	0.00	0.00	46.62	53.38	
N° 40	0.43	92.42	11.85	58.46	41.54	
N° 50	0.30	0.00	0.00	58.46	41.54	
N° 80	0.18	0.00	0.00	58.46	41.54	
N° 100	0.15	86.57	11.10	69.56	30.44	
N° 200	0.07	18.72	2.40	71.96	28.04	
-200.00		295.69	37.91	109.87	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	780.00
Peso Fracción	:	780.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

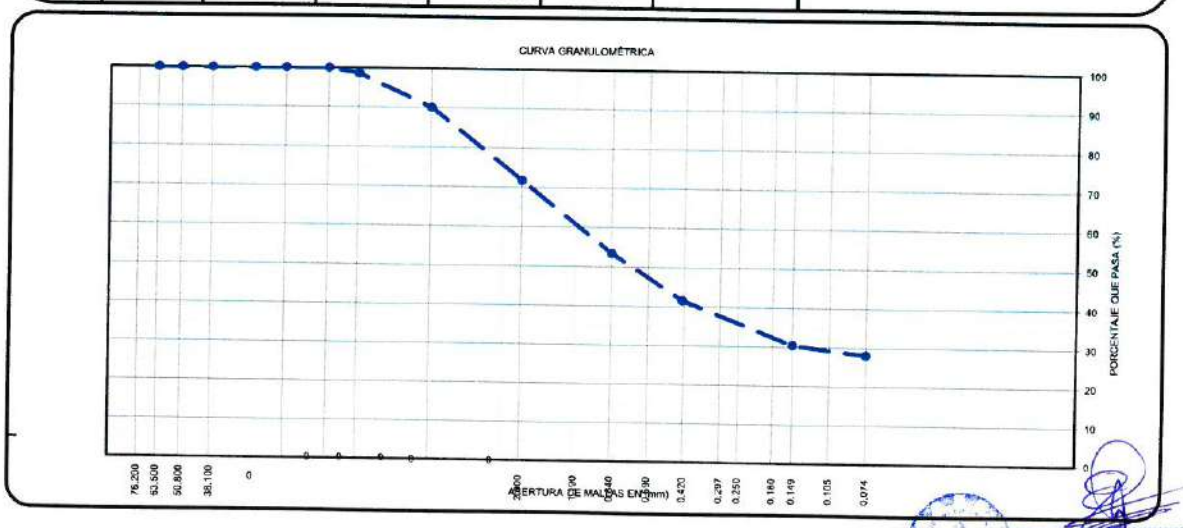
Limite Liquido	:	**27.81 %**
Limite Plastico	:	**20.77 %**
Indice Plastico	:	**7.04 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-2-4 (0)**
SUCS :	**SC**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	15.38 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 – 365471. CELULAR: RPM #956687520 – 953704686
PUNO – PERÚ

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA 04 - M 4. - 2.30m. a 2.70m.
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA	: 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.	
ING. ESPECIALISTA.	: J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	:
TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	23	45			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	54.70	51.78			
T. + Suelo Seco	Gr.	51.15	48.87			
Agua	Gr.	3.55	2.91			
Peso del Tarro	Gr.	38.05	38.57			
Suelo Seco	Gr.	13.10	10.30			
% de Humedad	%	27.10	28.25			
Nro. De Golpes	N°	34	18			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

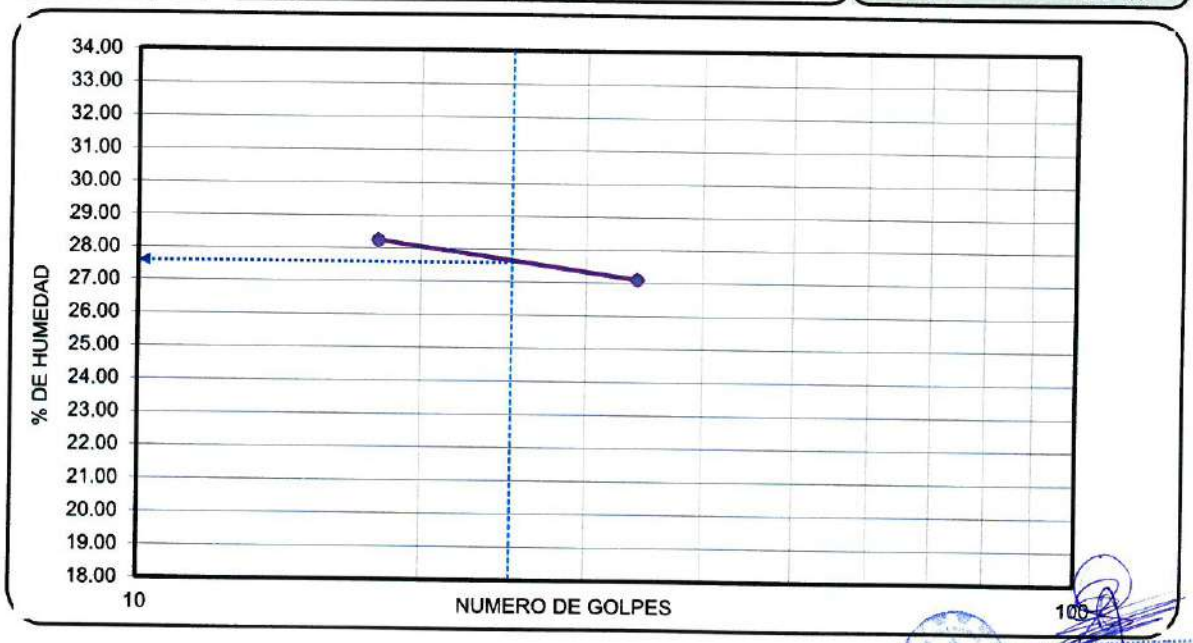
Nro. De Tarro	N°	14	14	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	41.68	41.68	
T. + Suelo Seco	Gr.	41.30	41.27	
Agua	Gr.	0.38	0.41	
Peso del Tarro	Gr.	39.47	39.47	
Suelo Seco	Gr.	1.83	1.80	
% de Humedad	%	20.77	22.78	
Humedad Promedio	%		21.77	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 27.81 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	27.81 %
L.P.	20.77 %
I.P.	7.04 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA**	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.**	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.**	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 05 0.00 m. a 0.80 m.	**ASIST. GEOTECNIA.**	: 0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO**	: L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	11	11		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,354.00	1,354.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,230.00	1,230.00		
Agua	Gr.	124.00	124.00		
Peso del Tarro	Gr.	554.00	554.00		
Suelo Seco	Gr.	676.00	676.00		
% de Humedad	%	18.34	18.34		
% de Humedad promedio	%	18.34			

Observaciones:

Ing. ELIO ESCOBEDO ARIZACA
C.I.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA**	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE PROYECTO.**	:
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. ESPECIALISTA.**	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 05 0.00 m. a 0.80 m.	**ASIST. GEOTECNIA.**	:
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO**	: L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	5.00	0.74	0.74	99.26
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.74	99.26
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.74	99.26
N° 10	2.00	8.22	1.21	1.95	98.05
N°16	1.19	0.00	0.00	1.95	98.05
N° 20	0.84	9.23	1.36	3.30	96.70
N° 30	0.59	0.00	0.00	3.30	96.70
N° 40	0.43	7.87	1.16	4.46	95.54
N° 50	0.30	0.00	0.00	4.46	95.54
N° 80	0.18	0.00	0.00	4.46	95.54
N° 100	0.15	70.70	10.38	14.84	85.16
N° 200	0.07	98.27	14.43	29.27	70.73
-200.00		481.71	70.73	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	676.00
Peso Fracción	:	676.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**30.97 %**
Limite Plastico	:	**24.60 %**
Indice Plastico	:	**6.37 %**

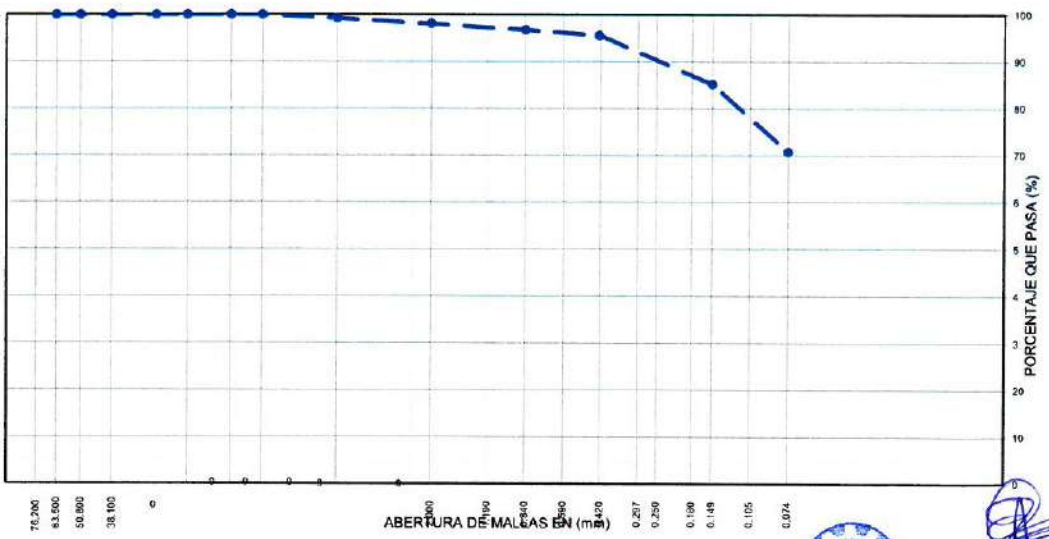
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (7)**
SUCS :	**ML**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	18.34 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE ROYECTO.	:
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 05 0.00 m. a 0.80 m.	ASIST. GEOTECNIA.	: 0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	152	54			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	33.23	36.26			
T. + Suelo Seco	Gr.	29.93	32.30			
Agua	Gr.	3.30	3.96			
Peso del Tarro	Gr.	15.14	15.54			
Suelo Seco	Gr.	14.79	16.76			
% de Humedad	%	22.31	23.63			
Nro. De Golpes	Nº	31	22			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

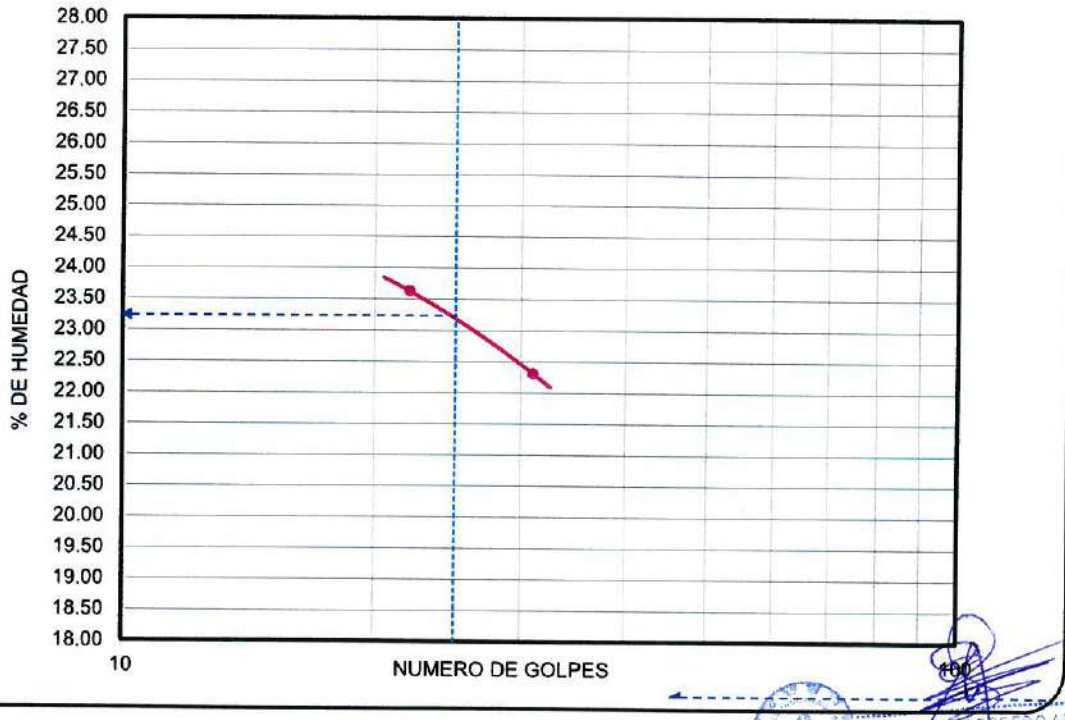
Nro. De Tarro	Nº	8	8	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	20.60	20.60	
T. + Suelo Seco	Gr.	20.26	20.26	
Agua	Gr.	0.34	0.34	
Peso del Tarro	Gr.	18.56	18.56	
Suelo Seco	Gr.	1.70	1.70	
% de Humedad	%	20.00	20.00	
Humedad Promedio	%	20.00		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 23.13 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	30.97 %
L.P.	24.60 %
I.P.	6.37 %



Ing. JUAN CARLOS SEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 05 - M 2. - 0.80m. a 1.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	12	12		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,724.00	1,724.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,649.00	1,649.00		
Agua	Gr.	75.00	75.00		
Peso del Tarro	Gr.	924.00	924.00		
Suelo Seco	Gr.	725.00	725.00		
% de Humedad	%	10.34	10.34		
% de Humedad promedio	%	10.34			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 05 - M 2. - 0.80m. a 1.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	4.00	0.55	0.55	99.45
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.55	99.45
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.55	99.45
N° 10	2.00	31.81	4.36	4.92	95.08
N°16	1.19	0.00	0.00	4.92	95.08
N° 20	0.84	104.19	14.29	19.21	80.79
N° 30	0.59	0.00	0.00	19.21	80.79
N° 40	0.43	121.83	16.71	35.92	64.08
N° 50	0.30	0.00	0.00	35.92	64.08
N° 80	0.18	0.00	0.00	35.92	64.08
N° 100	0.15	193.17	26.50	62.42	37.58
N° 200	0.07	37.16	5.10	67.51	32.49
-200.00		236.84	32.49	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	725.00
Peso Fracción	:	725.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

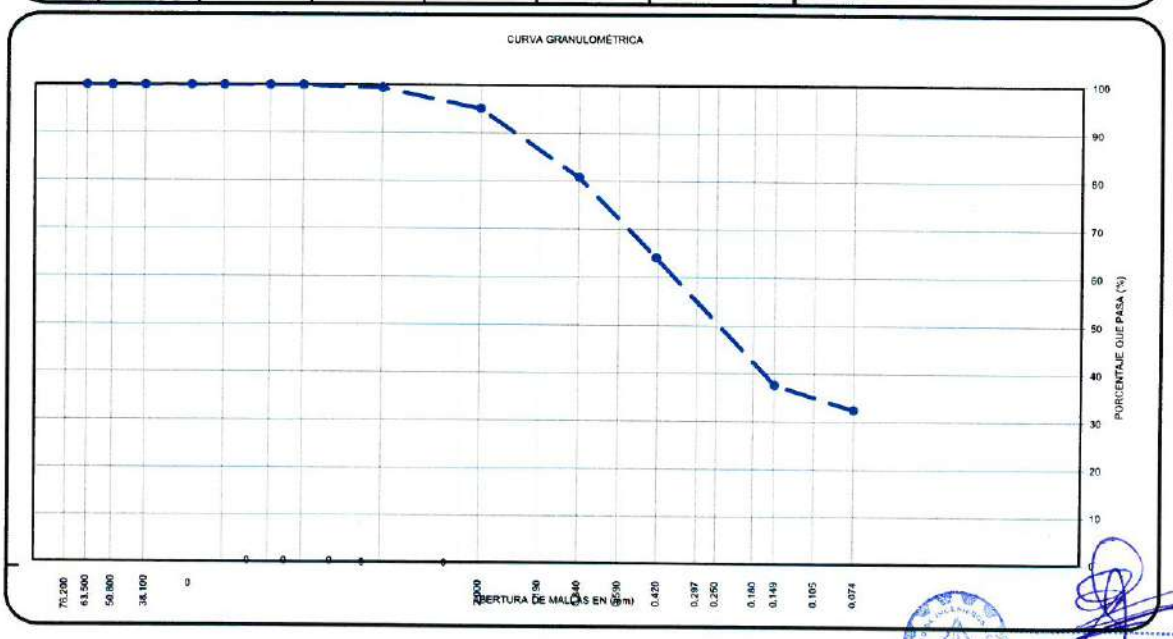
Limite Liquido	:	0.00 %
Limite Plastico	:	0.00 %
Indice Plastico	:	0.00 %

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-2-4 (0)**
SUCS :	**SM**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	10.34 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZAGA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA**	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE PROYECTO.**	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. ESPECIALISTA.**	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 05 - M 2. - 0.80m. a 1.50 m.	**ASIST. GEOTECNIA. :**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO**	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº			NP		
T. + Suelo Húmedo	Gr.					
T. + Suelo Seco	Gr.					
Agua	Gr.					
Peso del Tarro	Gr.					
Suelo Seco	Gr.					
% de Humedad	%					
Nro. De Golpes	Nº					

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

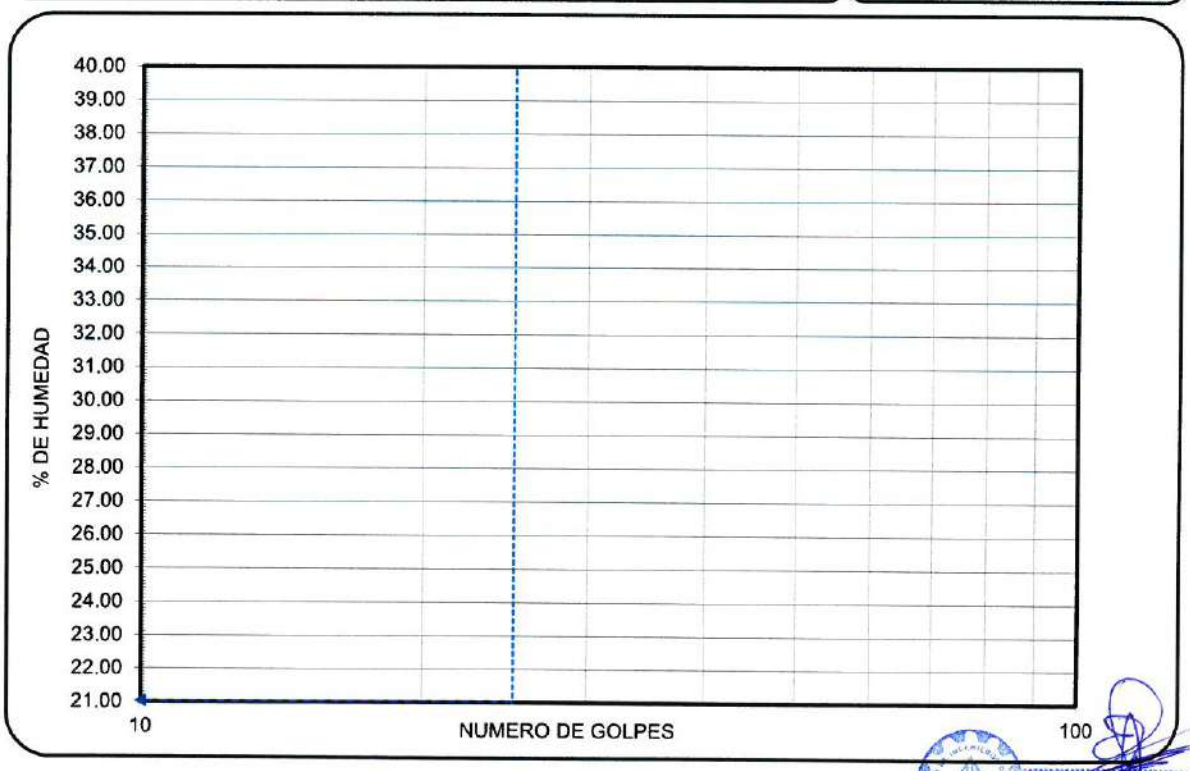
Nro. De Tarro	Nº			NP
T. + Suelo Húmedo	Gr.			
T. + Suelo Seco	Gr.			
Agua	Gr.			
Peso del Tarro	Gr.			
Suelo Seco	Gr.			
% de Humedad	%			
Humedad Promedio	%			

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{\wedge 0.121}$

:DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	**0.00 %**
L.P.	**0.00 %**
I.P.	**0.00 %**



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 3. - 1.50m. a 2.50m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	13	13		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,321.00	1,321.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,163.00	1,163.00		
Agua	Gr.	158.00	158.00		
Peso del Tarro	Gr.	521.00	521.00		
Suelo Seco	Gr.	642.00	642.00		
% de Humedad	%	24.61	24.61		
% de Humedad promedio	%	24.61			

Observaciones:

Ing. JOEL PESCOREDO ARIZACA
CIP. 70558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 3. - 1.50m. a 2.50m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 10	2.00	0.44	0.07	0.07	99.93	
N°16	1.19	0.00	0.00	0.07	99.93	
N° 20	0.84	0.62	0.10	0.17	99.83	
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.17	99.83	
N° 40	0.43	0.85	0.13	0.30	99.70	
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.30	99.70	
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.30	99.70	
N° 100	0.15	6.90	1.07	1.37	98.63	
N° 200	0.07	12.53	1.95	3.32	96.68	
-200.00		620.66	85.14	88.46	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	642.00
Peso Fracción	:	642.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

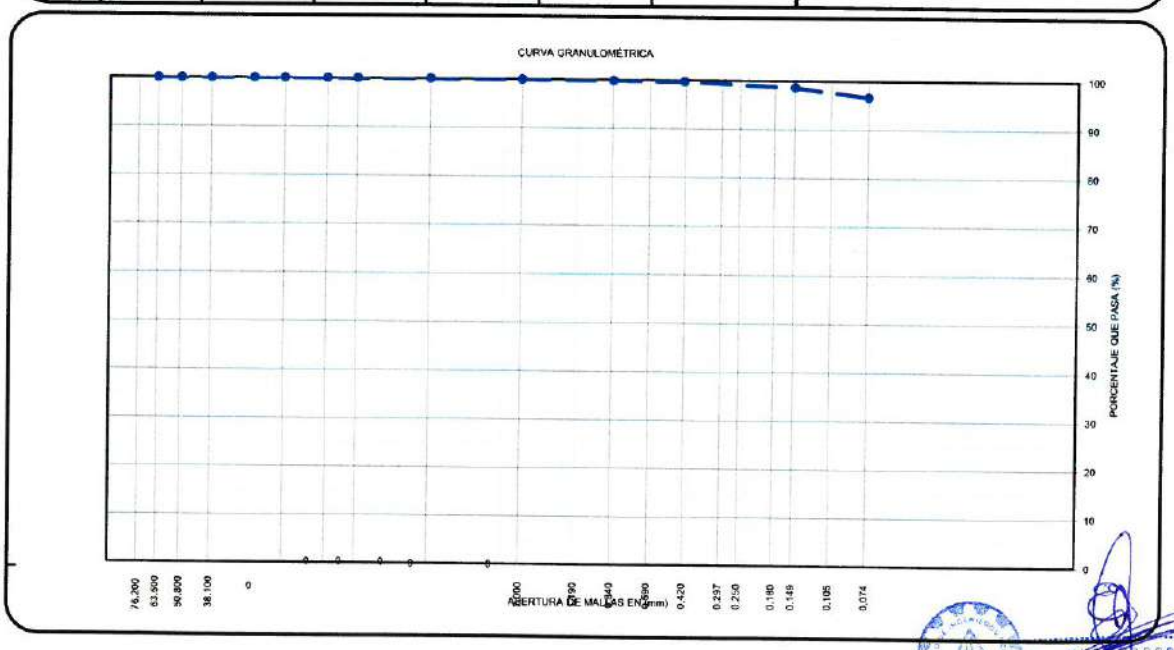
Limite Liquido	:	**32.67 %**
Limite Plastico	:	**23.31 %**
Indice Plastico	:	**9.36 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	24.61 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. J. ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE PROYECTO.	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. ESPECIALISTA.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 04 - M 3. - 1.50m. a 2.50m.	ASIST. GEOTECNIA. :	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	14	15			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	30.35	29.68			
T. + Suelo Seco	Gr.	26.77	25.88			
Agua	Gr.	3.58	3.80			
Peso del Tarro	Gr.	15.23	14.56			
Suelo Seco	Gr.	11.54	11.32			
% de Humedad	%	31.02	33.57			
Nro. De Golpes	Nº	34	21			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

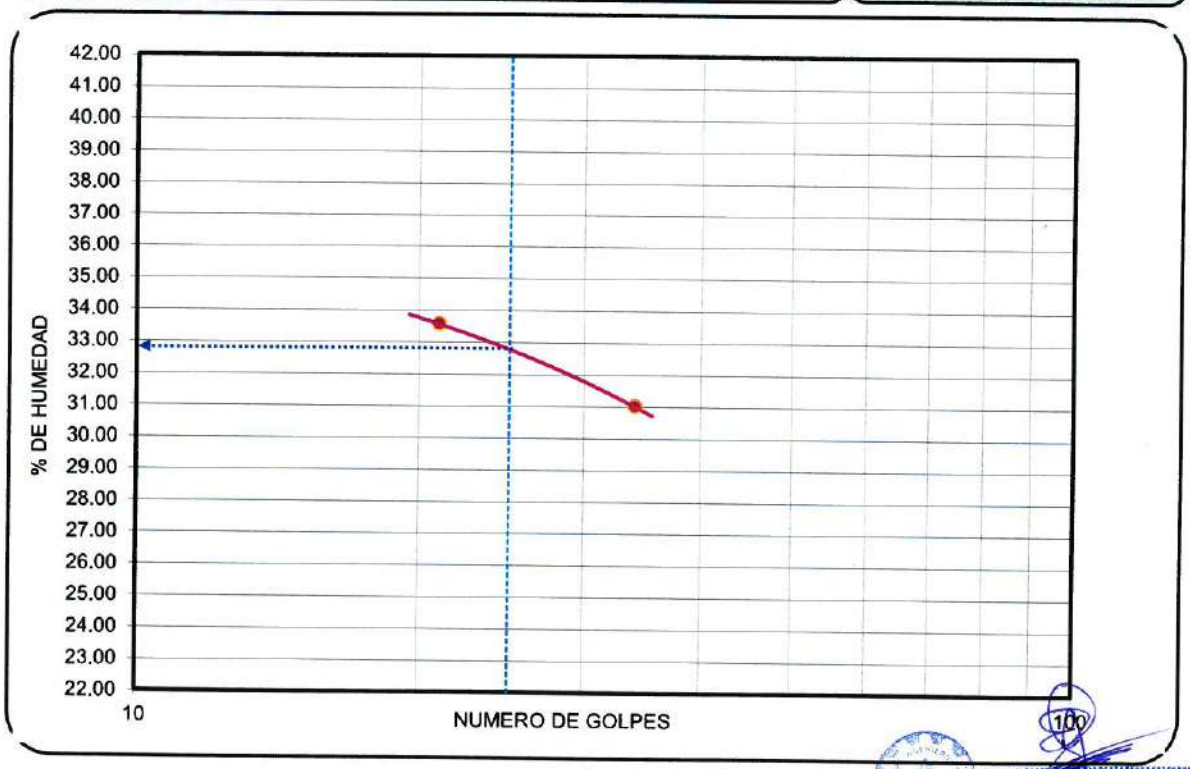
Nro. De Tarro	Nº	51	51	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.42	17.42	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.04	17.04	
Agua	Gr.	0.38	0.38	
Peso del Tarro	Gr.	15.41	15.41	
Suelo Seco	Gr.	1.63	1.63	
% de Humedad	%	23.31	23.31	
Humedad Promedio	%		23.31	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 32.67 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	32.67 %
L.P.	23.31 %
I.P.	9.36 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 04 - M 4. - 2.50m. a 2.80m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	14	14		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,455.00	1,455.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,353.00	1,353.00		
Agua	Gr.	102.00	102.00		
Peso del Tarro	Gr.	555.00	555.00		
Suelo Seco	Gr.	798.00	798.00		
% de Humedad	%	12.78	12.78		
% de Humedad promedio	%	12.78			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE PROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. ESPECIALISTA.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 04 - M 4. - 2.50m. a 2.80m.	**ASIST. GEOTECNIA.** :	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	15.00	1.88	1.88	98.12	
1/4"	6.35	0.00	0.00	1.88	98.12	
N° 4	4.76	91.00	11.40	13.28	86.72	
N° 6	3.36	0.00	0.00	13.28	86.72	
N° 8	2.38	0.00	0.00	13.28	86.72	
N° 10	2.00	180.26	22.59	35.87	64.13	
N°16	1.19	0.00	0.00	35.87	64.13	
N° 20	0.84	148.05	18.55	54.42	45.58	
N° 30	0.59	0.00	0.00	54.42	45.58	
N° 40	0.43	76.01	9.53	63.95	36.05	
N° 50	0.30	0.00	0.00	63.95	36.05	
N° 80	0.18	0.00	0.00	63.95	36.05	
N° 100	0.15	75.87	9.51	73.46	26.54	
N° 200	0.07	20.80	2.61	76.06	23.94	
-200.00		297.01	37.22	113.28	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	798.00
Peso Fracción	:	798.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

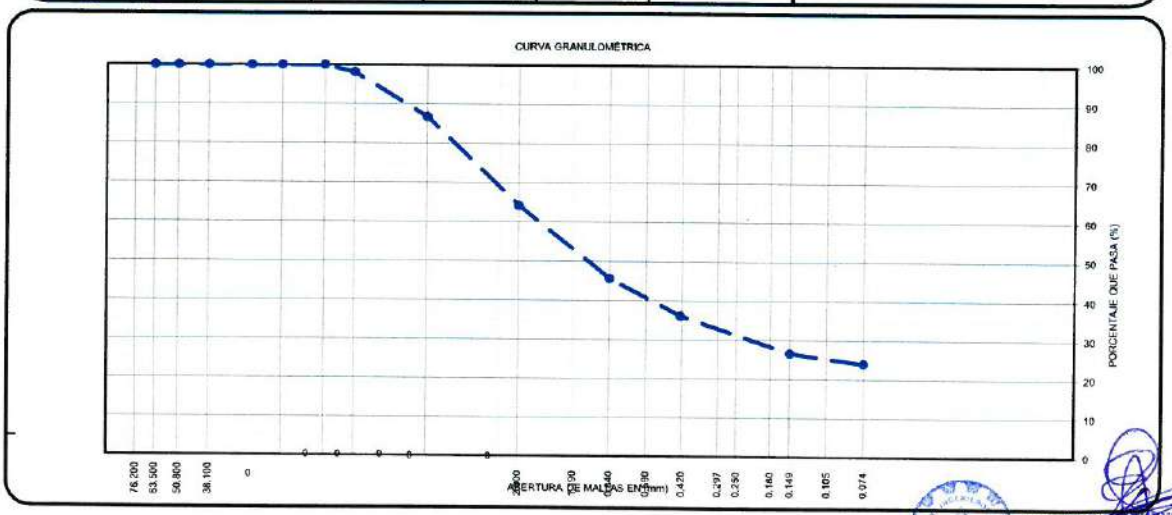
Limite Liquido	:	**27.29**	**%**
Limite Plastico	:	**19.79**	**%**
Indice Plastico	:	**7.50**	**%**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-2-4 (0)**
SUCS :	**SC**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	12.78 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA	: 14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE PROYECTO.	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. ESPECIALISTA.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 04 - M 4. - 2.50m. a 2.80m.	ASIST. GEOTECNIA.	:
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	55	10			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	37.56	31.76			
T. + Suelo Seco	Gr.	33.07	27.99			
Agua	Gr.	4.49	3.77			
Peso del Tarro	Gr.	15.31	14.90			
Suelo Seco	Gr.	17.76	13.09			
% de Humedad	%	25.28	28.80			
Nro. De Golpes	Nº	32	22			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

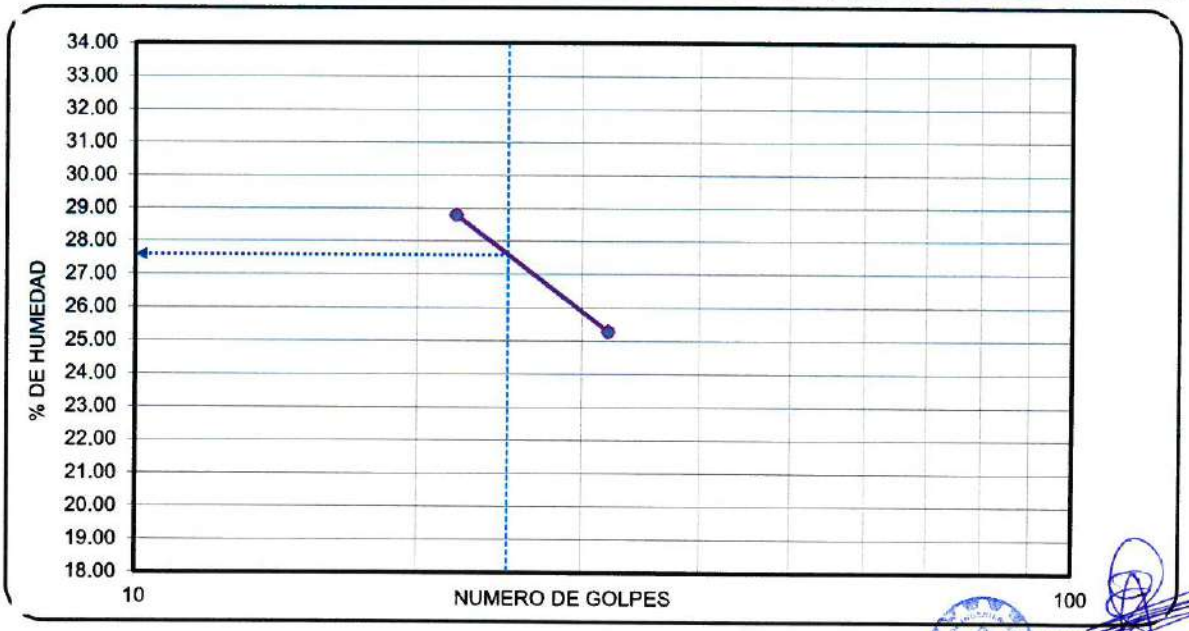
Nro. De Tarro	Nº	57	57	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	19.08	19.08	
T. + Suelo Seco	Gr.	18.51	18.51	
Agua	Gr.	0.57	0.57	
Peso del Tarro	Gr.	15.63	15.63	
Suelo Seco	Gr.	2.88	2.88	
% de Humedad	%	19.79	19.79	
Humedad Promedio	%		19.79	

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 27.29 %

:DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	27.29 %
L.P.	19.79 %
I.P.	7.50 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 06 0.00 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	15	15		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,322.00	1,322.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,177.00	1,177.00		
Agua	Gr.	145.00	145.00		
Peso del Tarro	Gr.	522.00	522.00		
Suelo Seco	Gr.	655.00	655.00		
% de Humedad	%	22.14	22.14		
% de Humedad promedio	%	22.14			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 06 0.00 m. a 2.70 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 14/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.12	0.02	0.02	99.98
N°16	1.19	0.00	0.00	0.02	99.98
N° 20	0.84	0.32	0.05	0.07	99.93
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.07	99.93
N° 40	0.43	0.75	0.11	0.18	99.82
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.18	99.82
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.18	99.82
N° 100	0.15	7.70	1.18	1.36	98.64
N° 200	0.07	15.20	2.32	3.68	96.32
-200.00		630.91	96.32	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	655.00
Peso Fracción	:	655.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**31.40 %**
Limite Plastico	:	**22.00 %**
Indice Plastico	:	**9.40 %**

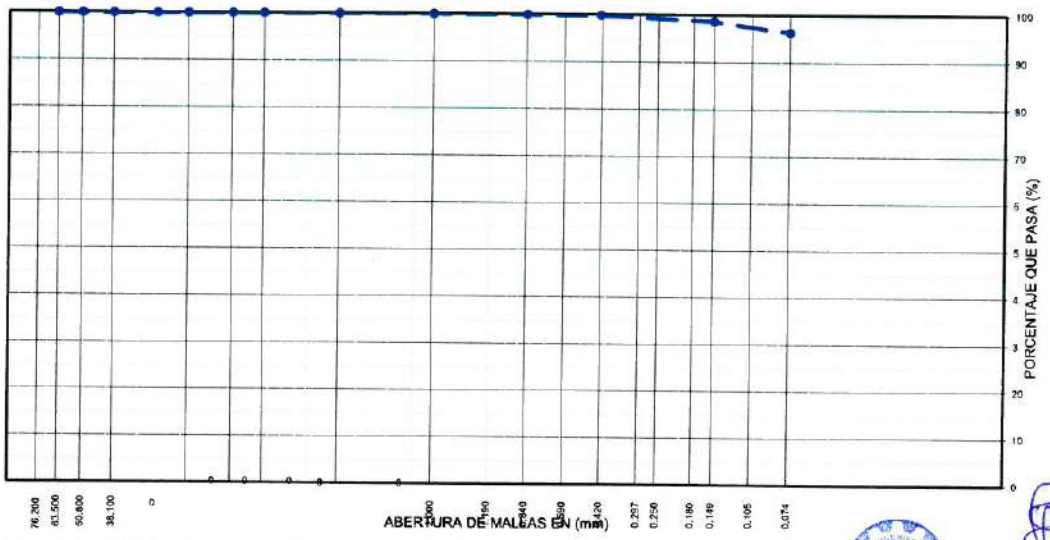
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	22.14 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. [illegible] ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 06 0.00 m. a 2.70 m.	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	55	56			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	30.05	31.81			
T. + Suelo Seco	Gr.	26.64	27.75			
Agua	Gr.	3.41	4.06			
Peso del Tarro	Gr.	15.31	14.84			
Suelo Seco	Gr.	11.33	12.91			
% de Humedad	%	30.10	31.45			
Nro. De Golpes	Nº	35	24			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

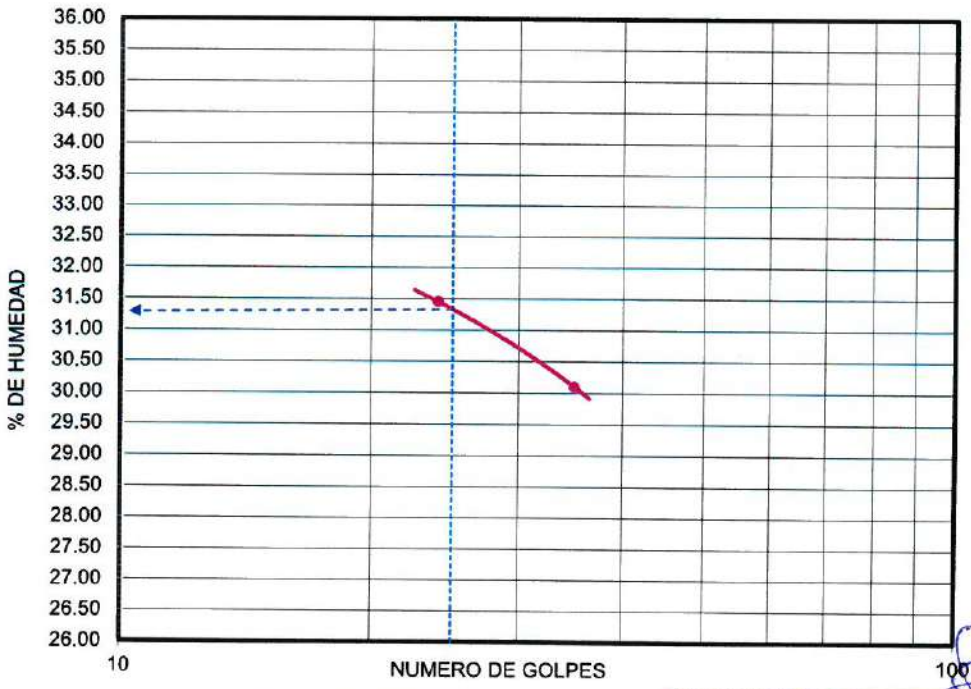
Nro. De Tarro	Nº	7	7	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	16.78	16.78	
T. + Suelo Seco	Gr.	16.45	16.45	
Agua	Gr.	0.33	0.33	
Peso del Tarro	Gr.	14.95	14.95	
Suelo Seco	Gr.	1.50	1.50	
% de Humedad	%	22.00	22.00	
Humedad Promedio	%	22.00		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 31.40 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	**31.40 %**
L.P.	**22.00 %**
I.P.	**9.40 %**



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 0.00 m. a 0.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	16	16		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,321.00	1,321.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,193.00	1,193.00		
Agua	Gr.	128.00	128.00		
Peso del Tarro	Gr.	521.00	521.00		
Suelo Seco	Gr.	672.00	672.00		
% de Humedad	%	19.05	19.05		
% de Humedad promedio	%	19.05			

Observaciones:

ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 0.00 m. a 0.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	27.00	4.02	4.02	95.98
3/8"	9.53	19.00	2.83	6.85	93.15
1/4"	6.35	0.00	0.00	6.85	93.15
N° 4	4.76	12.00	1.79	8.63	91.37
N° 6	3.36	0.00	0.00	8.63	91.37
N° 8	2.38	0.00	0.00	8.63	91.37
N° 10	2.00	6.12	0.83	9.46	90.54
N°16	1.19	0.00	0.00	9.46	90.54
N° 20	0.84	5.38	0.73	10.19	89.81
N° 30	0.59	0.00	0.00	10.19	89.81
N° 40	0.43	5.78	0.79	10.98	89.02
N° 50	0.30	0.00	0.00	10.98	89.02
N° 80	0.18	0.00	0.00	10.98	89.02
N° 100	0.15	25.59	3.48	14.46	85.54
N° 200	0.07	42.08	5.72	20.18	79.82
-200.00		587.05	79.82	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	672.00
Peso Fracción	:	672.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**28.55**	**%**
Limite Plastico	:	**21.96**	**%**
Indice Plastico	:	**6.59**	**%**

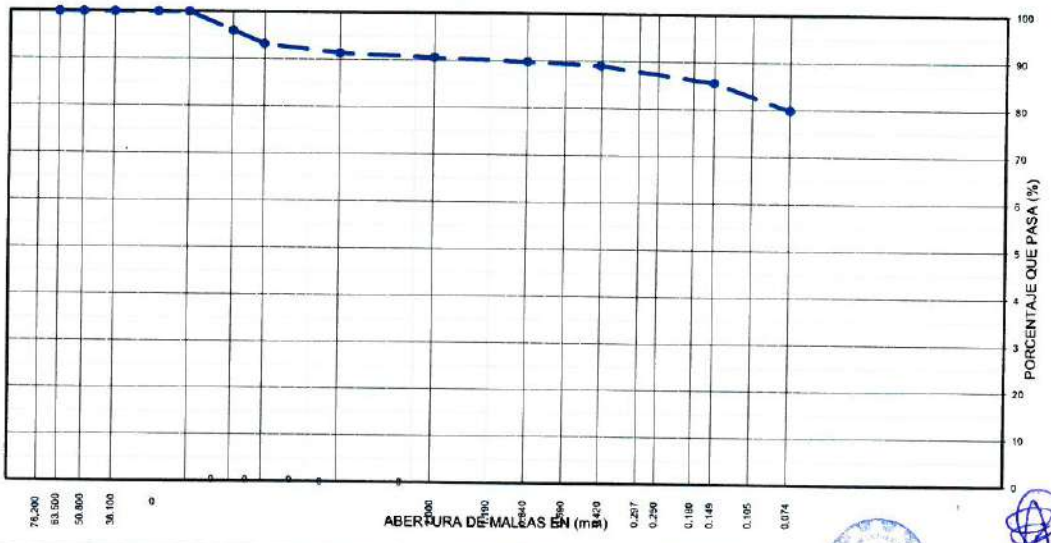
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**ML-CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	19.05 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA	: 30/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE ROYECTO.	:
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. RESPONS.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 07 0.00 m. a 0.90 m.	ASIST. GEOTECNIA.	: 0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	5	58			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	38.20	36.91			
T. + Suelo Seco	Gr.	33.13	31.88			
Agua	Gr.	5.07	5.03			
Peso del Tarro	Gr.	15.31	14.41			
Suelo Seco	Gr.	17.82	17.47			
% de Humedad	%	28.45	28.79			
Nro. De Golpes	Nº	29	20			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

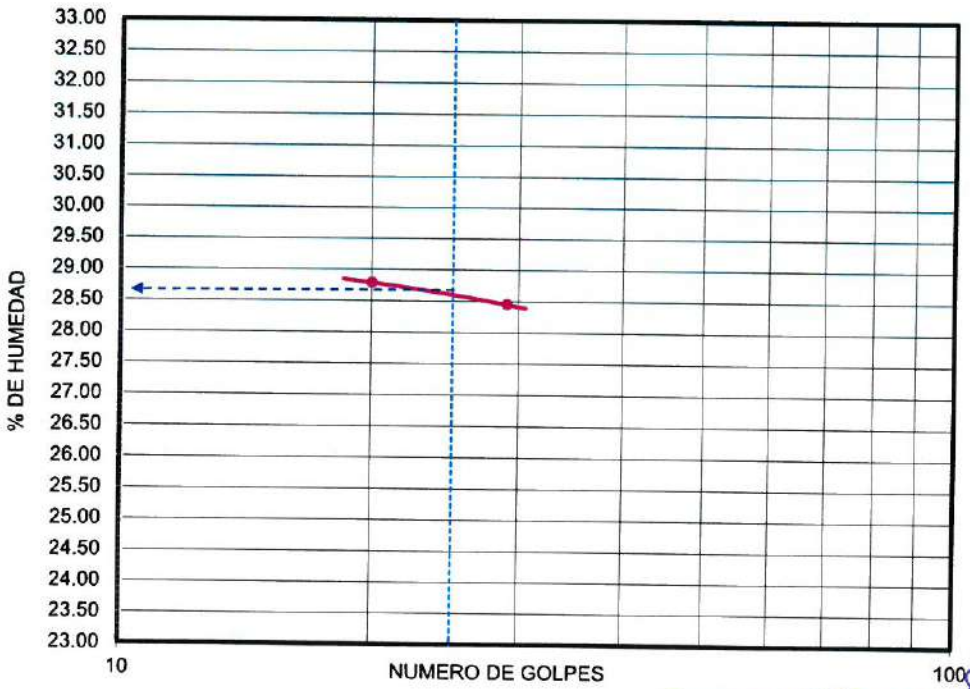
Nro. De Tarro	Nº	13	13	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.95	17.95	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.39	17.38	
Agua	Gr.	0.56	0.57	
Peso del Tarro	Gr.	14.84	14.84	
Suelo Seco	Gr.	2.55	2.54	
% de Humedad	%	21.96	22.44	
Humedad Promedio	%	22.20		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 28.55 %

:DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	28.55 %
L.P.	21.96 %
I.P.	6.59 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 10558
ESPECIALISTA EN ... DE PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 - M 2. - 0.90m. a 1.40 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	17	17		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,321.00	1,321.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,220.00	1,220.00		
Agua	Gr.	101.00	101.00		
Peso del Tarro	Gr.	521.00	521.00		
Suelo Seco	Gr.	699.00	699.00		
% de Humedad	%	14.45	14.45		
% de Humedad promedio	%	14.45			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 - M 2. - 0.90m. a 1.40 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	7.00	1.00	1.00	99.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	1.00	99.00
N° 4	4.76	21.00	3.00	4.01	95.99
N° 6	3.36	0.00	0.00	4.01	95.99
N° 8	2.38	0.00	0.00	4.01	95.99
N° 10	2.00	43.59	5.99	9.99	90.01
N°16	1.19	0.00	0.00	9.99	90.01
N° 20	0.84	64.30	8.83	18.82	81.18
N° 30	0.59	0.00	0.00	18.82	81.18
N° 40	0.43	72.38	9.94	28.76	71.24
N° 50	0.30	0.00	0.00	28.76	71.24
N° 80	0.18	0.00	0.00	28.76	71.24
N° 100	0.15	193.99	26.64	55.40	44.60
N° 200	0.07	71.72	9.85	65.25	34.75
-200.00		253.02	34.75	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	699.00
Peso Fracción	:	699.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

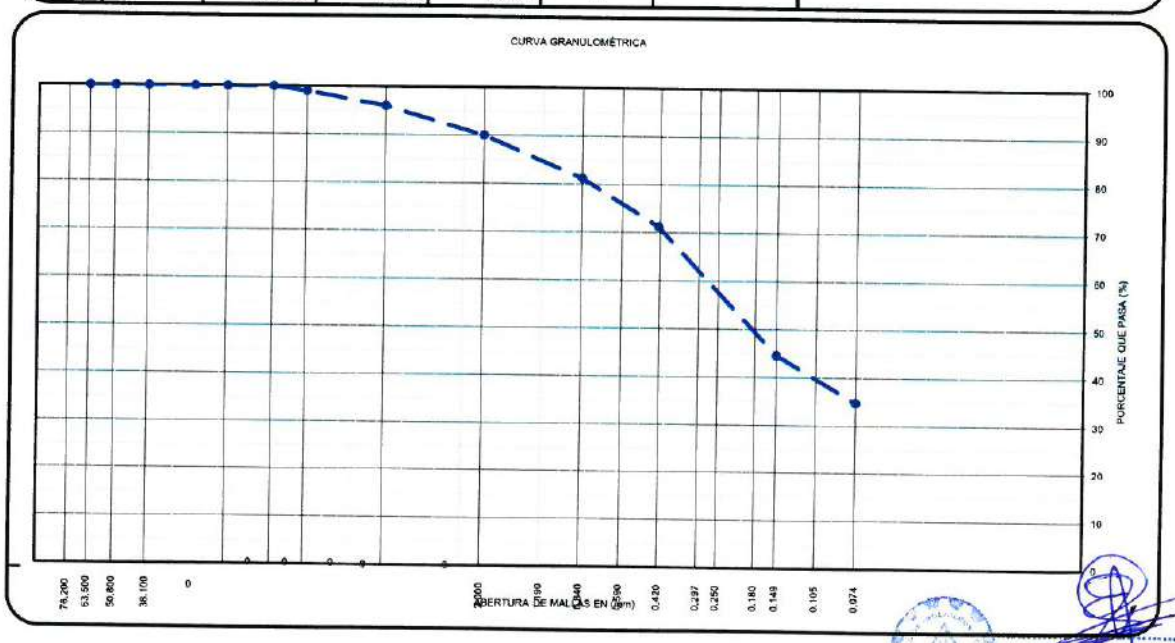
Limite Liquido	:	19.96	%
Limite Plastico	:	15.58	%
Indice Plastico	:	4.38	%

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-2-4 (0)**
SUCS :	**SM-SC**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	14.45 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena arcilla.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 - M 2. - 0.90m. a 1.40 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	3	52			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	38.27	42.06			
T. + Suelo Seco	Gr.	34.37	37.55			
Agua	Gr.	3.90	4.51			
Peso del Tarro	Gr.	14.95	15.50			
Suelo Seco	Gr.	19.42	22.05			
% de Humedad	%	20.08	20.45			
Nro. De Golpes	Nº	27	17			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

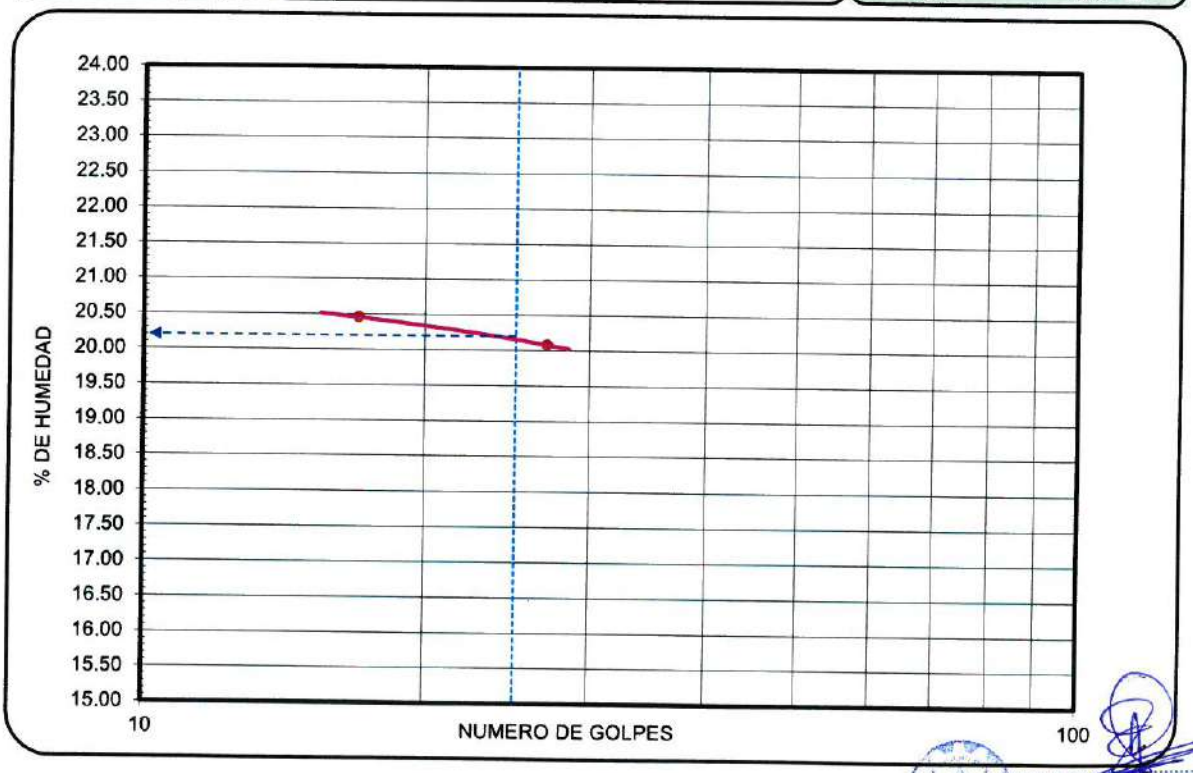
Nro. De Tarro	Nº	39	39	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	15.73	15.73	
T. + Suelo Seco	Gr.	15.42	15.42	
Agua	Gr.	0.31	0.31	
Peso del Tarro	Gr.	13.43	13.43	
Suelo Seco	Gr.	1.99	1.99	
% de Humedad	%	15.58	15.58	
Humedad Promedio	%	15.58		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 19.96 %

:DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	19.96 %
L.P.	15.58 %
I.P.	4.38 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90568
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 - M 3. - 1.40m. a 2.60m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	18	18		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,324.00	1,324.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,160.00	1,160.00		
Agua	Gr.	164.00	164.00		
Peso del Tarro	Gr.	524.00	524.00		
Suelo Seco	Gr.	636.00	636.00		
% de Humedad	%	25.79	25.79		
% de Humedad promedio	%	25.79			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 07 - M 3. - 1.40m. a 2.60m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 10	2.00	0.11	0.02	0.02	99.98	
N°16	1.19	0.00	0.00	0.02	99.98	
N° 20	0.84	0.30	0.05	0.06	99.94	
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.06	99.94	
N° 40	0.43	0.30	0.05	0.11	99.89	
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.11	99.89	
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.11	99.89	
N° 100	0.15	1.09	0.17	0.28	99.72	
N° 200	0.07	1.18	0.19	0.47	99.53	
-200.00		633.02	86.93	87.40	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	636.00
Peso Fracción	:	636.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

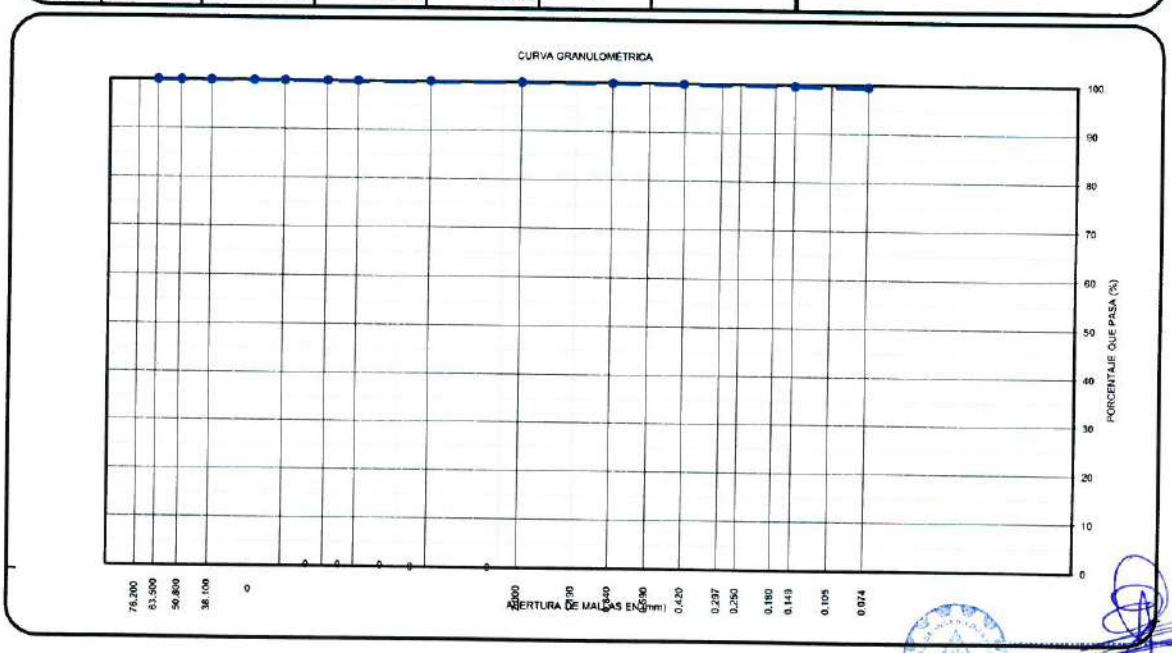
Limite Liquido	:	**31.59 %**
Limite Plastico	:	**22.08 %**
Indice Plastico	:	**9.51 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	25.79 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 – 365471. CELULAR: RPM #956687520 – 953704686
PUNO – PERÚ

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA 07 - M 3. - 1.40m. a 2.60m.
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA	: 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.	
ING. ESPECIALISTA.	: J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	:
TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	6	4			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	36.10	39.49			
T. + Suelo Seco	Gr.	31.26	33.64			
Agua	Gr.	4.84	5.85			
Peso del Tarro	Gr.	15.21	15.30			
Suelo Seco	Gr.	16.05	18.34			
% de Humedad	%	30.16	31.90			
Nro. De Golpes	Nº	34	24			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	12	12	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.82	17.82	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.31	17.31	
Agua	Gr.	0.51	0.51	
Peso del Tarro	Gr.	15.00	15.00	
Suelo Seco	Gr.	2.31	2.31	
% de Humedad	%	22.08	22.08	
Humedad Promedio	%	22.08		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 31.59 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	31.59 %
L.P.	22.08 %
I.P.	9.51 %

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA. PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 0.00 m. a 0.40 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	19	19		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,354.00	1,354.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,282.00	1,282.00		
Agua	Gr.	72.00	72.00		
Peso del Tarro	Gr.	554.00	554.00		
Suelo Seco	Gr.	728.00	728.00		
% de Humedad	%	9.89	9.89		
% de Humedad promedio	%	9.89			

Observaciones:

Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 0.00 m. a 0.40 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	8.00	1.10	1.10	98.90
3/8"	9.53	6.00	0.82	1.92	98.08
1/4"	6.35	0.00	0.00	1.92	98.08
N° 4	4.76	37.00	5.08	7.01	92.99
N° 6	3.36	0.00	0.00	7.01	92.99
N° 8	2.38	0.00	0.00	7.01	92.99
N° 10	2.00	87.83	11.22	18.22	81.78
N°16	1.19	0.00	0.00	18.22	81.78
N° 20	0.84	57.41	7.33	25.56	74.44
N° 30	0.59	0.00	0.00	25.56	74.44
N° 40	0.43	42.85	5.47	31.03	68.97
N° 50	0.30	0.00	0.00	31.03	68.97
N° 80	0.18	0.00	0.00	31.03	68.97
N° 100	0.15	106.20	13.57	44.60	55.40
N° 200	0.07	42.04	5.37	49.97	50.03
-200.00		391.67	50.03	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	728.00
Peso Fracción	:	728.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**23.02**	**%**
Limite Plastico	:	**18.47**	**%**
Indice Plastico	:	**4.55**	**%**

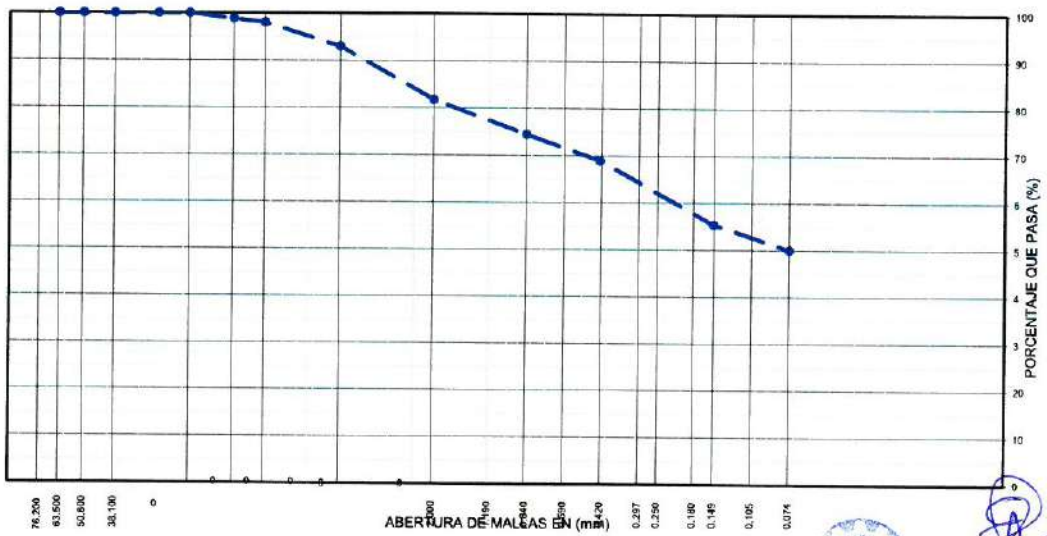
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (3)**
SUCS :	**ML-CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	9.89 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA 08 0.00 m. a 0.40 m.
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA	: 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.	:
ING. RESPONS.	: J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	: 0
TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	39	3			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	41.24	37.26			
T. + Suelo Seco	Gr.	36.09	33.04			
Agua	Gr.	5.15	4.22			
Peso del Tarro	Gr.	13.42	14.94			
Suelo Seco	Gr.	22.67	18.10			
% de Humedad	%	22.72	23.31			
Nro. De Golpes	N°	29	21			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

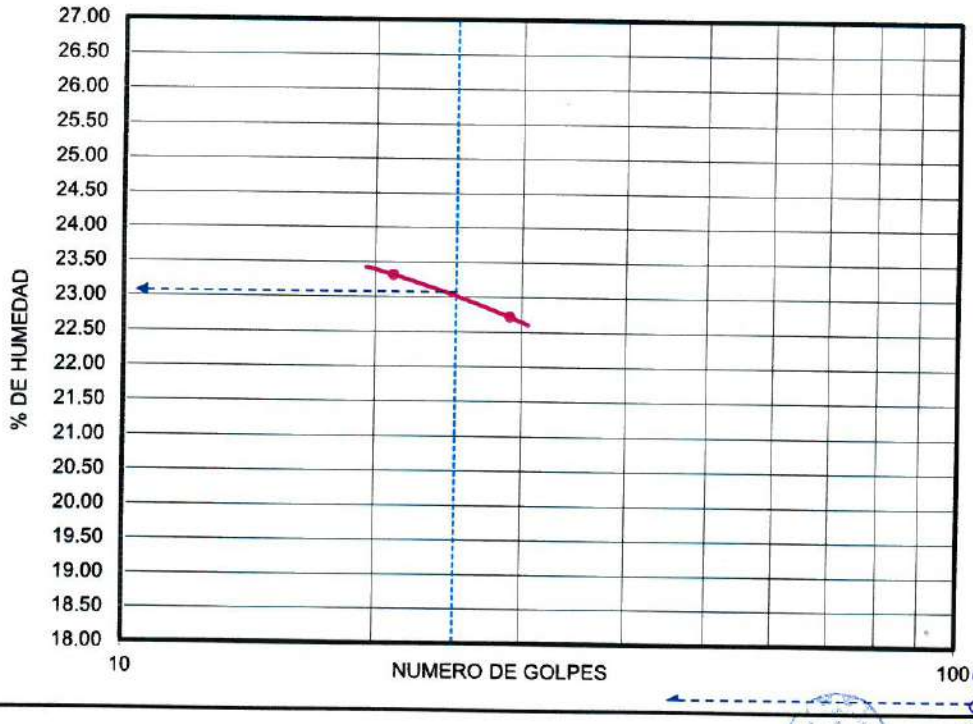
Nro. De Tarro	N°	13	13	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.79	17.79	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.33	17.33	
Agua	Gr.	0.46	0.46	
Peso del Tarro	Gr.	14.84	14.84	
Suelo Seco	Gr.	2.49	2.49	
% de Humedad	%	18.47	18.47	
Humedad Promedio	%	18.47		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 23.02 %

;DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	23.02 %
L.P.	18.47 %
I.P.	4.55 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90658
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 - M 2. - 0.40m. a 0.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022

ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	20	20		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,355.00	1,355.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,269.00	1,269.00		
Agua	Gr.	86.00	86.00		
Peso del Tarro	Gr.	555.00	555.00		
Suelo Seco	Gr.	714.00	714.00		
% de Humedad	%	12.04	12.04		
% de Humedad promedio	%	12.04			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90568
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 - M 2. - 0.40m. a 0.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	28.00	3.92	3.92	96.08
N° 6	3.36	0.00	0.00	3.92	96.08
N° 8	2.38	0.00	0.00	3.92	96.08
N° 10	2.00	91.78	12.35	16.27	83.73
N°16	1.19	0.00	0.00	16.27	83.73
N° 20	0.84	101.17	13.61	29.89	70.11
N° 30	0.59	0.00	0.00	29.89	70.11
N° 40	0.43	68.57	9.23	39.11	60.89
N° 50	0.30	0.00	0.00	39.11	60.89
N° 80	0.18	0.00	0.00	39.11	60.89
N° 100	0.15	114.36	15.39	54.50	45.50
N° 200	0.07	44.26	5.96	60.46	39.54
-200.00		293.86	39.54	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	714.00
Peso Fracción	:	714.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

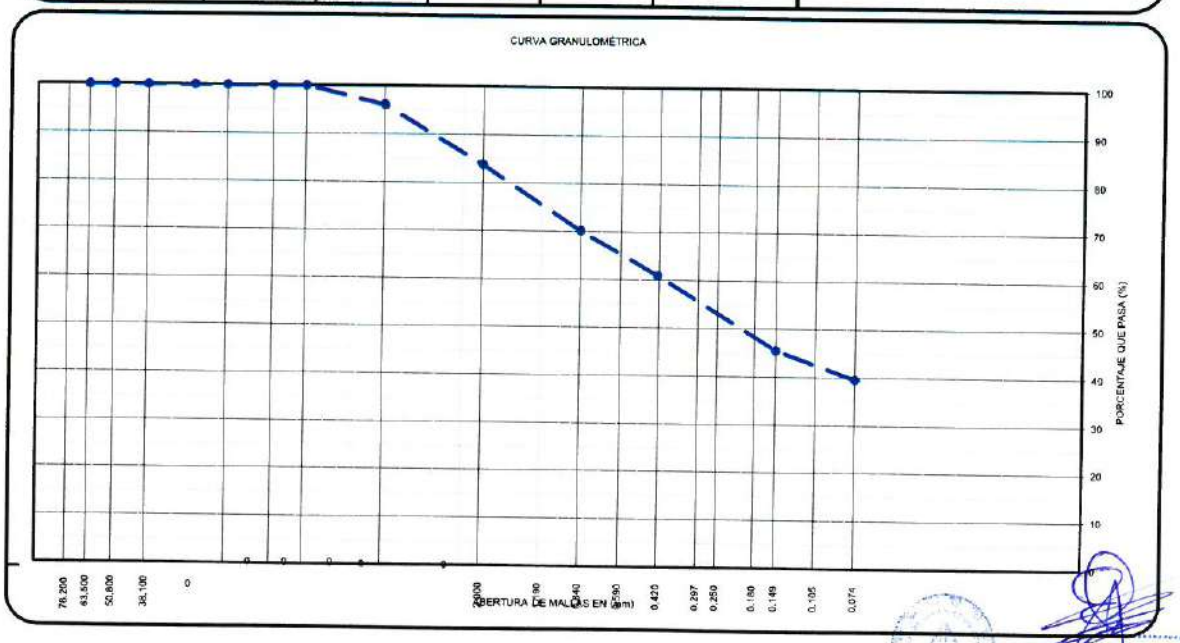
Límite Liquido	:	19.39	%
Limite Plastico	:	14.81	%
Indice Plastico	:	4.58	%

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (1)**
SUCS :	**SM-SC**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	12.04 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena arcilla.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 – 365471. CELULAR: RPM #956687520 – 953704686
PUNO – PERÚ

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 - M 2. - 0.40m. a 0.90 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	19	9			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	47.20	47.69			
T. + Suelo Seco	Gr.	42.13	42.33			
Agua	Gr.	5.07	5.36			
Peso del Tarro	Gr.	15.45	15.48			
Suelo Seco	Gr.	26.68	26.85			
% de Humedad	%	19.00	19.96			
Nro. De Golpes	Nº	28	20			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

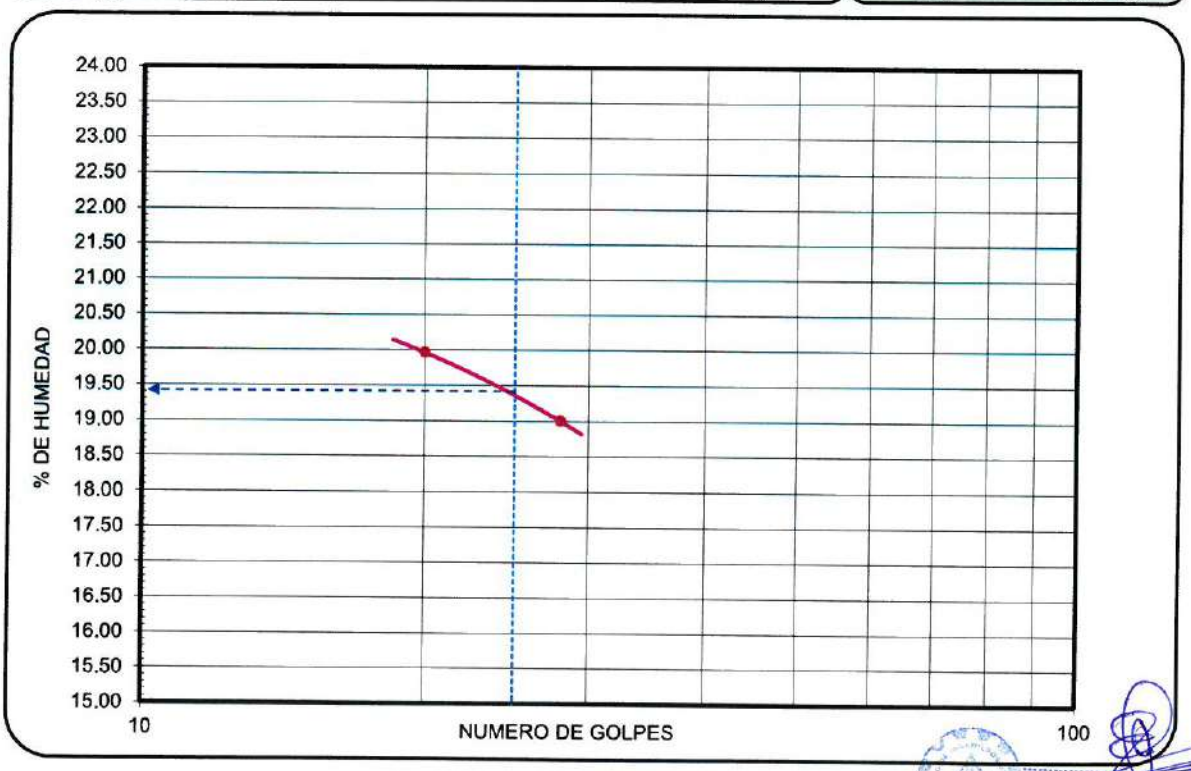
Nro. De Tarro	Nº	1	1	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	16.92	16.92	
T. + Suelo Seco	Gr.	16.48	16.46	
Agua	Gr.	0.44	0.46	
Peso del Tarro	Gr.	13.51	13.51	
Suelo Seco	Gr.	2.97	2.95	
% de Humedad	%	14.81	15.59	
Humedad Promedio	%	15.20		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 19.39 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	19.39 %
L.P.	14.81 %
I.P.	4.58 %



Ing. ... OBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO. DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 - M 3. - 0.90m. a 2.80m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	21	21		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,360.00	1,360.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,181.00	1,181.00		
Agua	Gr.	179.00	179.00		
Peso del Tarro	Gr.	560.00	560.00		
Suelo Seco	Gr.	621.00	621.00		
% de Humedad	%	28.82	28.82		
% de Humedad promedio	%	28.82			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 08 - M 3. - 0.90m. a 2.80m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 10	2.00	0.14	0.02	0.02	99.98	
N°16	1.19	0.00	0.00	0.02	99.98	
N° 20	0.84	0.19	0.03	0.05	99.95	
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.05	99.95	
N° 40	0.43	0.50	0.08	0.13	99.87	
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.13	99.87	
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.13	99.87	
N° 100	0.15	5.60	0.90	1.04	98.96	
N° 200	0.07	5.69	0.92	1.95	98.05	
-200.00		608.88	81.93	83.88	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	621.00
Peso Fracción	:	621.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

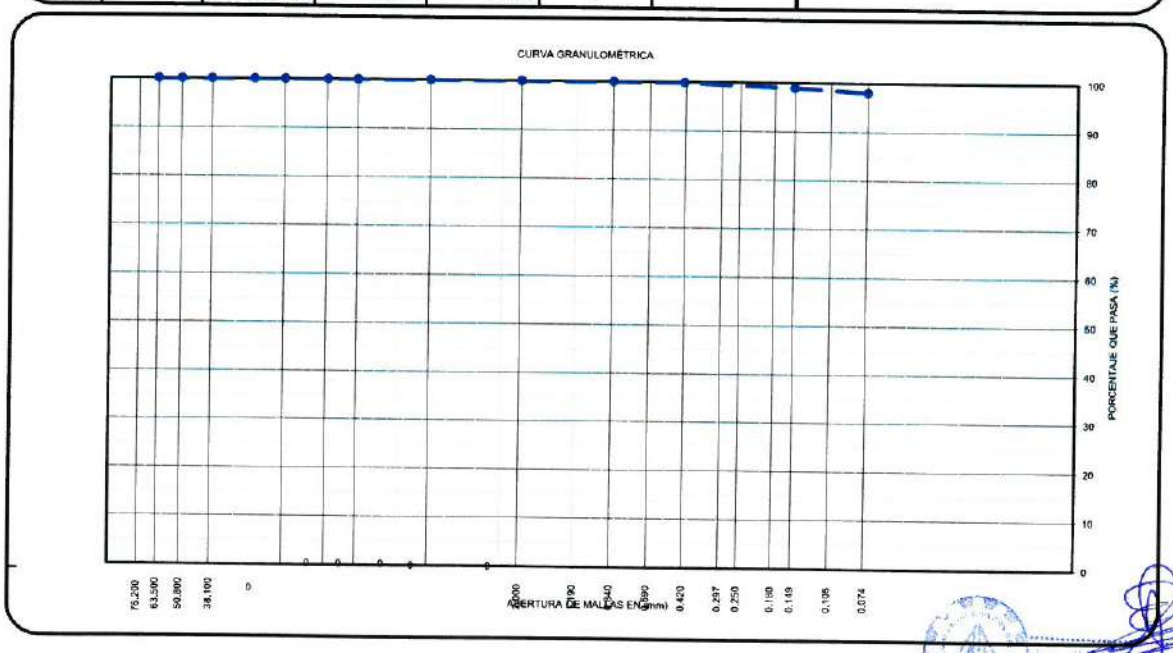
Limite Liquido	:	**31.84 %**
Limite Plastico	:	**22.89 %**
Indice Plastico	:	**8.95 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	28.82 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



ING. JULIO CESAR UBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA N° 420
TELÉFONO: 051 – 365471. CELULAR: RPM #956687520 – 953704686
PUNO – PERÚ

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA 08 - M 3. - 0.90m. a 2.80m.
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022

ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	23	13			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	53.97	52.42			
T. + Suelo Seco	Gr.	50.22	49.14			
Agua	Gr.	3.75	3.28			
Peso del Tarro	Gr.	38.04	38.80			
Suelo Seco	Gr.	12.18	10.34			
% de Humedad	%	30.79	31.72			
Nro. De Golpes	Nº	34	24			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

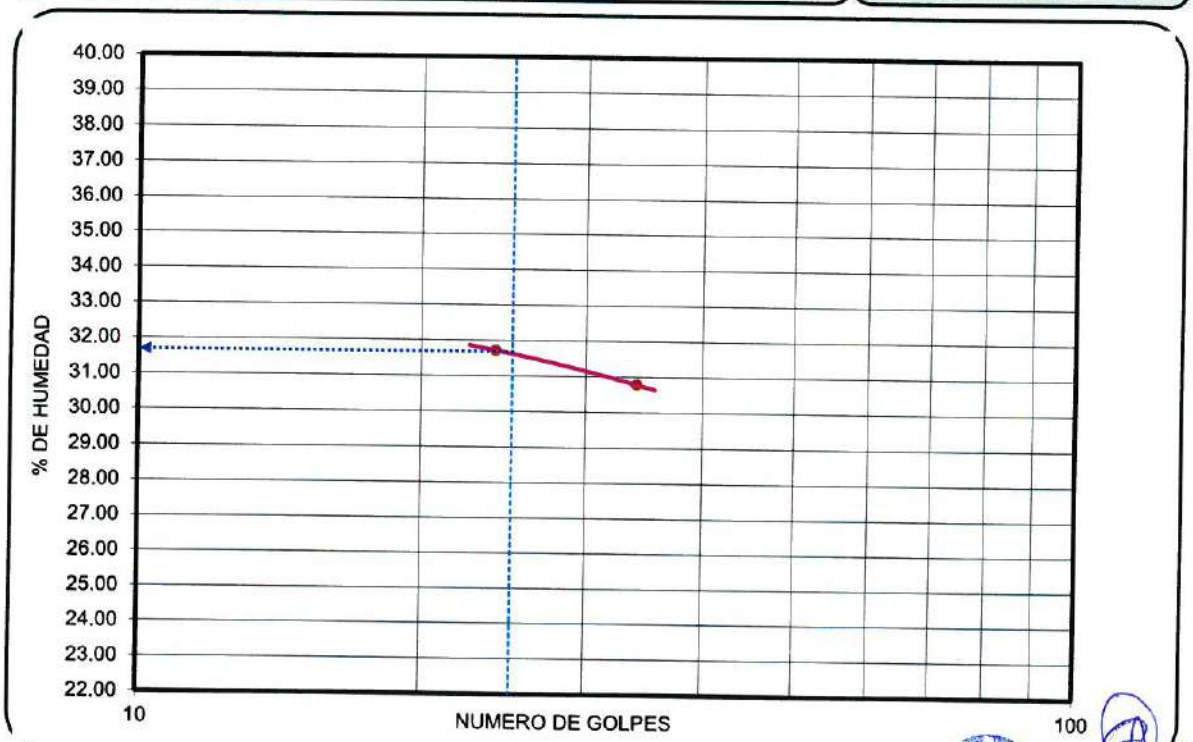
Nro. De Tarro	Nº	21	21	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	40.71	40.71	
T. + Suelo Seco	Gr.	40.33	40.33	
Agua	Gr.	0.38	0.38	
Peso del Tarro	Gr.	38.67	38.67	
Suelo Seco	Gr.	1.66	1.66	
% de Humedad	%	22.89	22.89	
Humedad Promedio	%	22.89		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 31.82 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	**31.84 %**
L.P.	**22.89 %**
I.P.	**8.95 %**



Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 0.00 m. a 0.60 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022

ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	22	22		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,345.00	1,345.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,305.00	1,305.00		
Agua	Gr.	40.00	40.00		
Peso del Tarro	Gr.	545.00	545.00		
Suelo Seco	Gr.	760.00	760.00		
% de Humedad	%	5.26	5.26		
% de Humedad promedio	%	5.26			

Observaciones:

Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 0.00 m. a 0.60 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	1.52	0.20	0.20	99.80
N°16	1.19	0.00	0.00	0.20	99.80
N° 20	0.84	5.06	0.67	0.87	99.13
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.87	99.13
N° 40	0.43	13.24	1.74	2.61	97.39
N° 50	0.30	0.00	0.00	2.61	97.39
N° 80	0.18	0.00	0.00	2.61	97.39
N° 100	0.15	63.37	8.34	10.95	89.05
N° 200	0.07	43.79	5.76	16.71	83.29
-200.00		633.02	83.29	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	760.00
Peso Fracción	:	760.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**28.34 %**
Limite Plastico	:	**21.66 %**
Indice Plastico	:	**6.68 %**

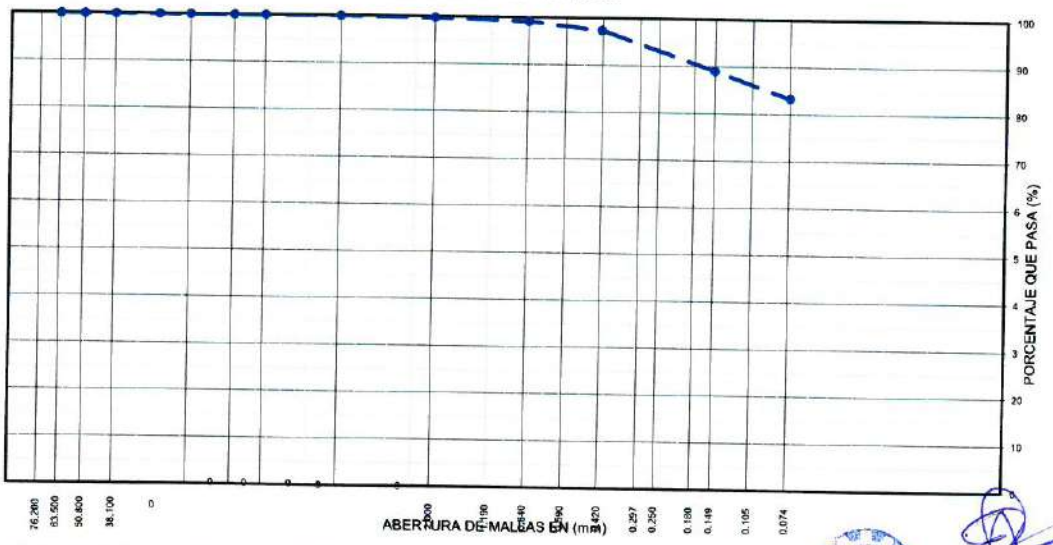
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**ML-CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	5.26 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media,

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA 09 0.00 m. a 0.60 m.
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA	: 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.	:
ING. RESPONS.	: J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	: 0
TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	18	2			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	39.92	46.08			
T. + Suelo Seco	Gr.	34.25	38.97			
Agua	Gr.	5.67	7.11			
Peso del Tarro	Gr.	13.57	14.45			
Suelo Seco	Gr.	20.68	24.52			
% de Humedad	%	27.42	29.00			
Nro. De Golpes	Nº	33	19			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

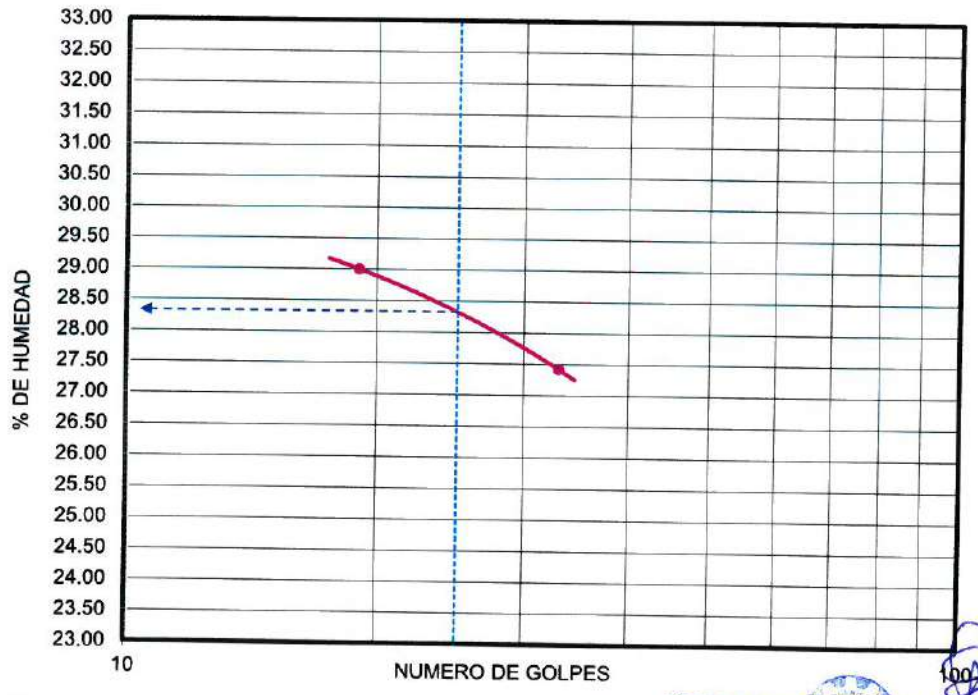
Nro. De Tarro	Nº	74	74	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	15.87	15.87	
T. + Suelo Seco	Gr.	15.40	15.40	
Agua	Gr.	0.47	0.47	
Peso del Tarro	Gr.	13.23	13.23	
Suelo Seco	Gr.	2.17	2.17	
% de Humedad	%	21.66	21.66	
Humedad Promedio	%	21.66		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 28.34 %

:DONDE
LL = Límite Léquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	28.34 %
L.P.	21.66 %
I.P.	6.68 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 - M 2. - 0.60 m. a 1.20 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	23	23		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,724.00	1,724.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,640.00	1,640.00		
Agua	Gr.	84.00	84.00		
Peso del Tarro	Gr.	924.00	924.00		
Suelo Seco	Gr.	716.00	716.00		
% de Humedad	%	11.73	11.73		
% de Humedad promedio	%	11.73			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 - M 2. - 0.60 m. a 1.20 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	5.00	0.70	0.70	99.30
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.70	99.30
N° 4	4.76	53.00	7.40	8.10	91.90
N° 6	3.36	0.00	0.00	8.10	91.90
N° 8	2.38	0.00	0.00	8.10	91.90
N° 10	2.00	112.81	14.48	22.58	77.42
N°16	1.19	0.00	0.00	22.58	77.42
N° 20	0.84	95.73	12.29	34.87	65.13
N° 30	0.59	0.00	0.00	34.87	65.13
N° 40	0.43	57.86	7.43	42.29	57.71
N° 50	0.30	0.00	0.00	42.29	57.71
N° 80	0.18	0.00	0.00	42.29	57.71
N° 100	0.15	85.99	11.04	53.33	46.67
N° 200	0.07	24.04	3.09	56.42	43.58
-200.00		339.57	43.58	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	716.00
Peso Fracción	:	716.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

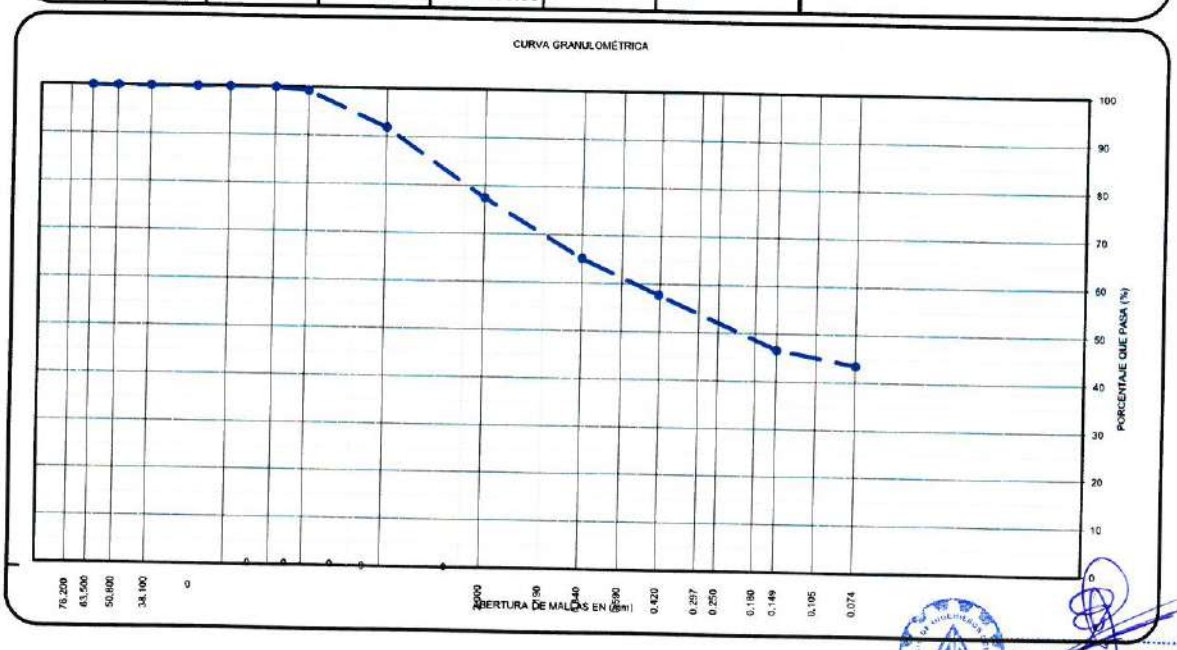
Limite Liquido	:	26.39 %
Limite Plastico	:	20.96 %
Indice Plastico	:	5.43 %

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (2)**
SUCS :	**SM-SC**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	11.73 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena arcilla.



Ing. JUDO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 - M 2. - 0.60 m. a 1.20 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	51	14			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	34.72	38.66			
T. + Suelo Seco	Gr.	30.72	33.67			
Agua	Gr.	4.00	4.99			
Peso del Tarro	Gr.	15.40	15.23			
Suelo Seco	Gr.	15.32	18.44			
% de Humedad	%	26.11	27.06			
Nro. De Golpes	Nº	30	17			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

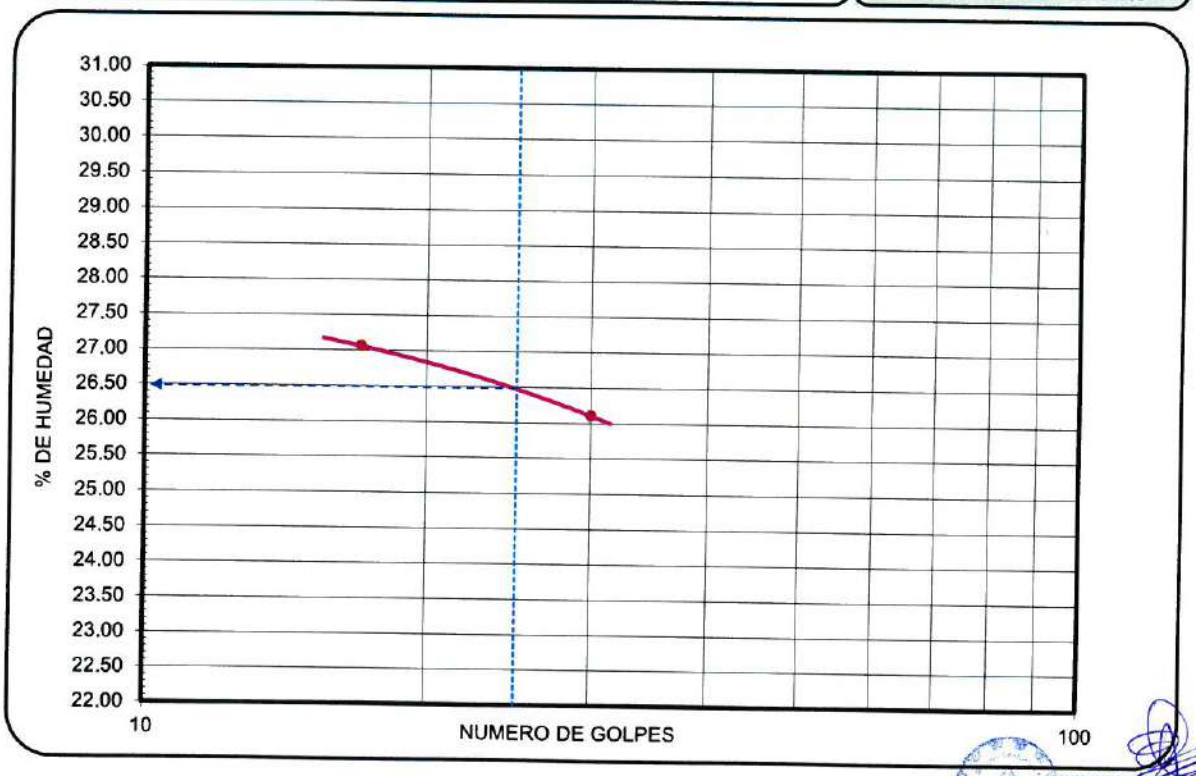
Nro. De Tarro	Nº	56	56	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.88	18.88	
T. + Suelo Seco	Gr.	18.18	18.18	
Agua	Gr.	0.70	0.70	
Peso del Tarro	Gr.	14.84	14.84	
Suelo Seco	Gr.	3.34	3.34	
% de Humedad	%	20.96	20.96	
Humedad Promedio	%	20.96		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 26.39 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	26.39 %
L.P.	20.96 %
I.P.	5.43 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 - M 3. - 1.20 m. a 2.90m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	Nº	24	24		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,355.00	1,355.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,191.00	1,191.00		
Agua	Gr.	164.00	164.00		
Peso del Tarro	Gr.	555.00	555.00		
Suelo Seco	Gr.	636.00	636.00		
% de Humedad	%	25.79	25.79		
% de Humedad promedio	%	25.79			

Observaciones:

Ing. [illegible] PEDO ARIZACA
CIP. 9[illegible]558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 09 - M 3. - 1.20 m. a 2.90m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 10	2.00	0.02	0.00	0.00	100.00	
N°16	1.19	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 20	0.84	0.06	0.01	0.01	99.99	
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.01	99.99	
N° 40	0.43	0.10	0.02	0.03	99.97	
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.03	99.97	
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.03	99.97	
N° 100	0.15	0.68	0.11	0.14	99.86	
N° 200	0.07	1.87	0.29	0.43	99.57	
-200.00		633.27	81.28	81.71	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	636.00
Peso Fracción	:	636.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

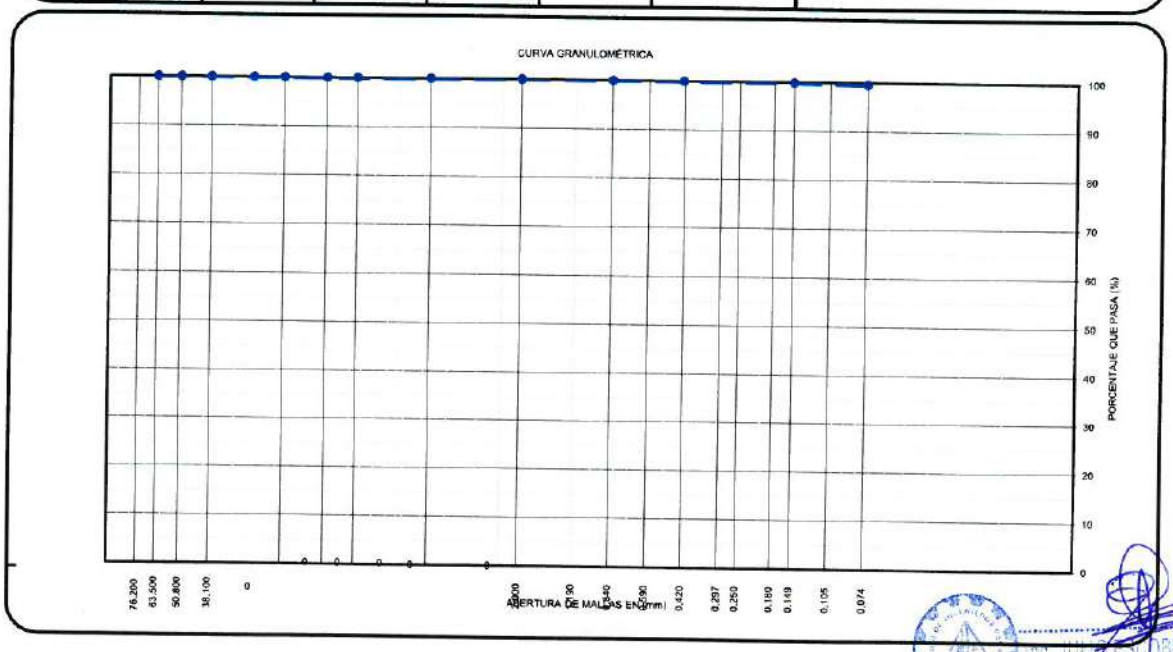
Limite Liquido	:	**32.16 %**
Limite Plastico	:	**22.86 %**
Indice Plastico	:	**9.30 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	25.79 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA	: 30/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE PROYECTO.	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. ESPECIALISTA.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 09 - M 3. - 1.20 m. a 2.90m.	ASIST. GEOTECNIA.	:
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	8	6			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	40.95	41.85			
T. + Suelo Seco	Gr.	35.61	35.28			
Agua	Gr.	5.34	6.57			
Peso del Tarro	Gr.	18.55	15.20			
Suelo Seco	Gr.	17.06	20.08			
% de Humedad	%	31.30	32.72			
Nro. De Golpes	Nº	34	18			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	4	4	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.32	18.32	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.76	17.76	
Agua	Gr.	0.56	0.56	
Peso del Tarro	Gr.	15.31	15.31	
Suelo Seco	Gr.	2.45	2.45	
% de Humedad	%	22.86	22.86	
Humedad Promedio	%	22.86		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 32.16 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	32.16 %
L.P.	22.86 %
I.P.	9.30 %

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 0.00 m. a 1.00 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022

ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. : 0
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	25	25		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,354.00	1,354.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,235.00	1,235.00		
Agua	Gr.	119.00	119.00		
Peso del Tarro	Gr.	554.00	554.00		
Suelo Seco	Gr.	681.00	681.00		
% de Humedad	%	17.47	17.47		
% de Humedad promedio	%	17.47			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 0.00 m. a 1.00 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.53	0.08	0.08	99.92
N°16	1.19	0.00	0.00	0.08	99.92
N° 20	0.84	5.02	0.74	0.81	99.19
N° 30	0.59	0.00	0.00	0.81	99.19
N° 40	0.43	4.33	0.64	1.45	98.55
N° 50	0.30	0.00	0.00	1.45	98.55
N° 80	0.18	0.00	0.00	1.45	98.55
N° 100	0.15	13.21	1.94	3.39	96.61
N° 200	0.07	17.69	2.60	5.99	94.01
-200.00		640.22	94.01	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	681.00
Peso Fracción	:	681.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

Limite Liquido	:	**29.98**	**%**
Limite Plastico	:	**23.81**	**%**
Indice Plastico	:	**6.17**	**%**

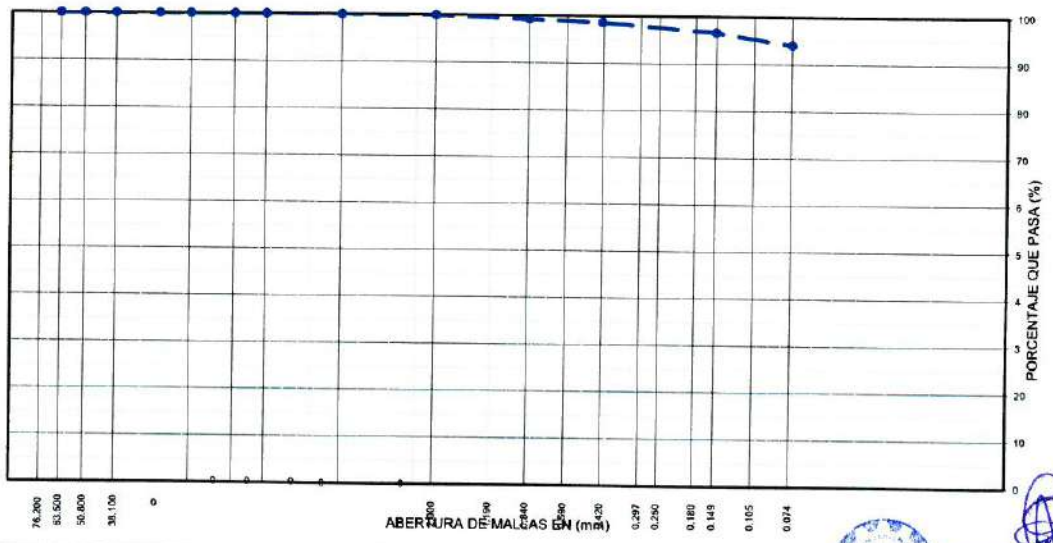
CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**ML**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	17.47 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. JULIO ESTOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA :	30/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE ROYECTO. :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. RESPONS. :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 10 0.00 m. a 1.00 m.	ASIST. GEOTECNIA. :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO :	L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	N°	10	57			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	34.86	32.75			
T. + Suelo Seco	Gr.	30.28	28.72			
Agua	Gr.	4.58	4.03			
Peso del Tarro	Gr.	14.90	15.63			
Suelo Seco	Gr.	15.38	13.09			
% de Humedad	%	29.78	30.79			
Nro. De Golpes	N°	27	19			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

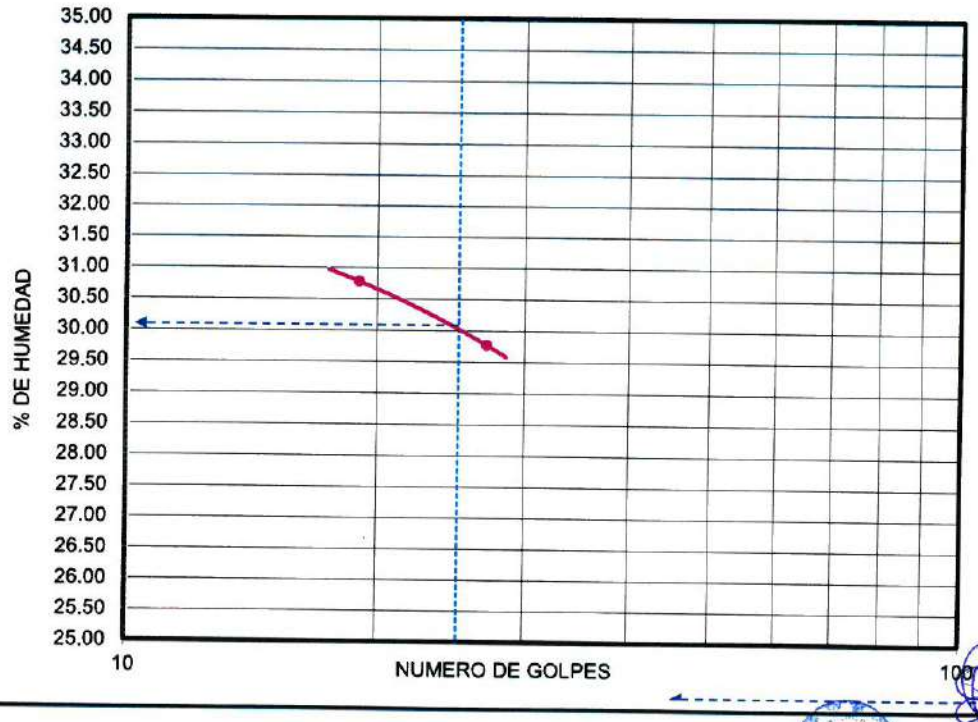
Nro. De Tarro	N°	53	53	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	16.14	16.14	
T. + Suelo Seco	Gr.	15.89	15.89	
Agua	Gr.	0.25	0.25	
Peso del Tarro	Gr.	14.84	14.84	
Suelo Seco	Gr.	1.05	1.05	
% de Humedad	%	23.81	23.81	
Humedad Promedio	%	23.81		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 29.98 %

;DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	29.98 %
L.P.	23.81 %
I.P.	6.17 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 - M 2. - 1.00m. a 1.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	26	26		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,345.00	1,345.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,275.00	1,275.00		
Agua	Gr.	70.00	70.00		
Peso del Tarro	Gr.	545.00	545.00		
Suelo Seco	Gr.	730.00	730.00		
% de Humedad	%	9.59	9.59		
% de Humedad promedio	%	9.59			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 - M 2. - 1.00m. a 1.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	5.00	0.68	0.68	99.32
3/8"	9.53	11.00	1.51	2.19	97.81
1/4"	6.35	0.00	0.00	2.19	97.81
N° 4	4.76	35.00	4.79	6.99	93.01
N° 6	3.36	0.00	0.00	6.99	93.01
N° 8	2.38	0.00	0.00	6.99	93.01
N° 10	2.00	92.91	11.84	18.82	81.18
N°16	1.19	0.00	0.00	18.82	81.18
N° 20	0.84	119.34	15.21	34.03	65.97
N° 30	0.59	0.00	0.00	34.03	65.97
N° 40	0.43	99.62	12.69	46.72	53.28
N° 50	0.30	0.00	0.00	46.72	53.28
N° 80	0.18	0.00	0.00	46.72	53.28
N° 100	0.15	169.27	21.57	68.29	31.71
N° 200	0.07	33.19	4.23	72.52	27.48
-200.00		215.67	27.48	100.00	-

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	730.00
Peso Fracción	:	730.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

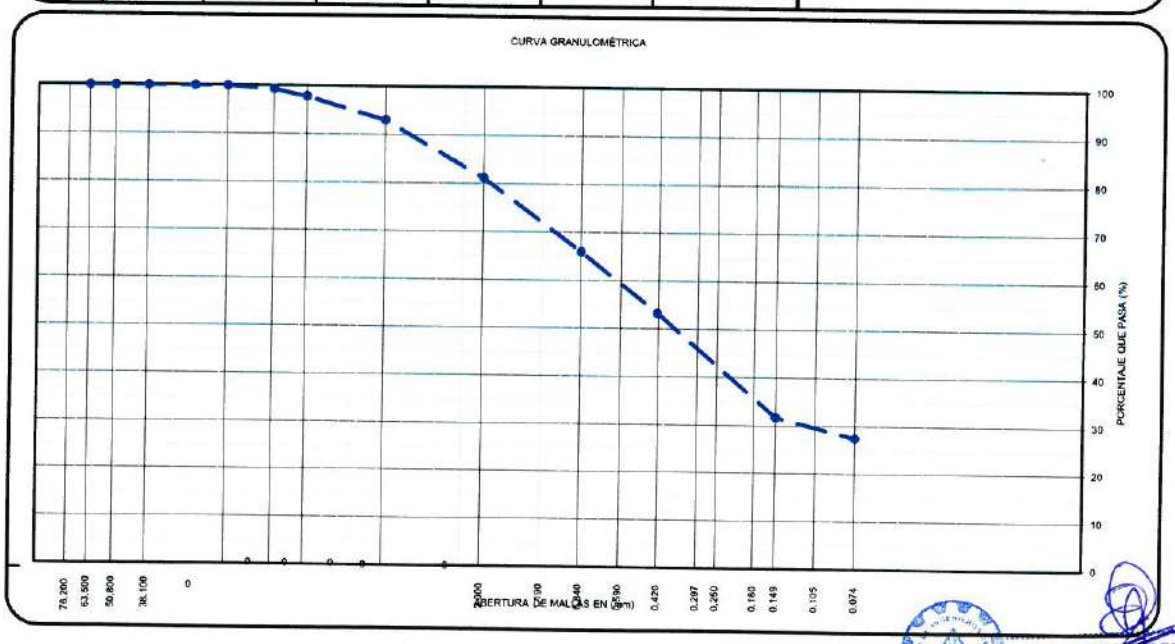
Limite Liquido	:	19.40	%
Limite Plastico	:	15.14	%
Indice Plastico	:	4.26	%

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	A-2-4 (0)
SUCS :	SM-SC
IG :	0
CC	
CU	

Hum. Natural	:	9.59 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena arcilla.



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 - M 2. - 1.00m. a 1.50 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO.
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	152	12			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	47.99	42.17			
T. + Suelo Seco	Gr.	42.80	37.58			
Agua	Gr.	5.19	4.59			
Peso del Tarro	Gr.	15.15	15.00			
Suelo Seco	Gr.	27.65	22.58			
% de Humedad	%	18.77	20.33			
Nro. De Golpes	Nº	30	17			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

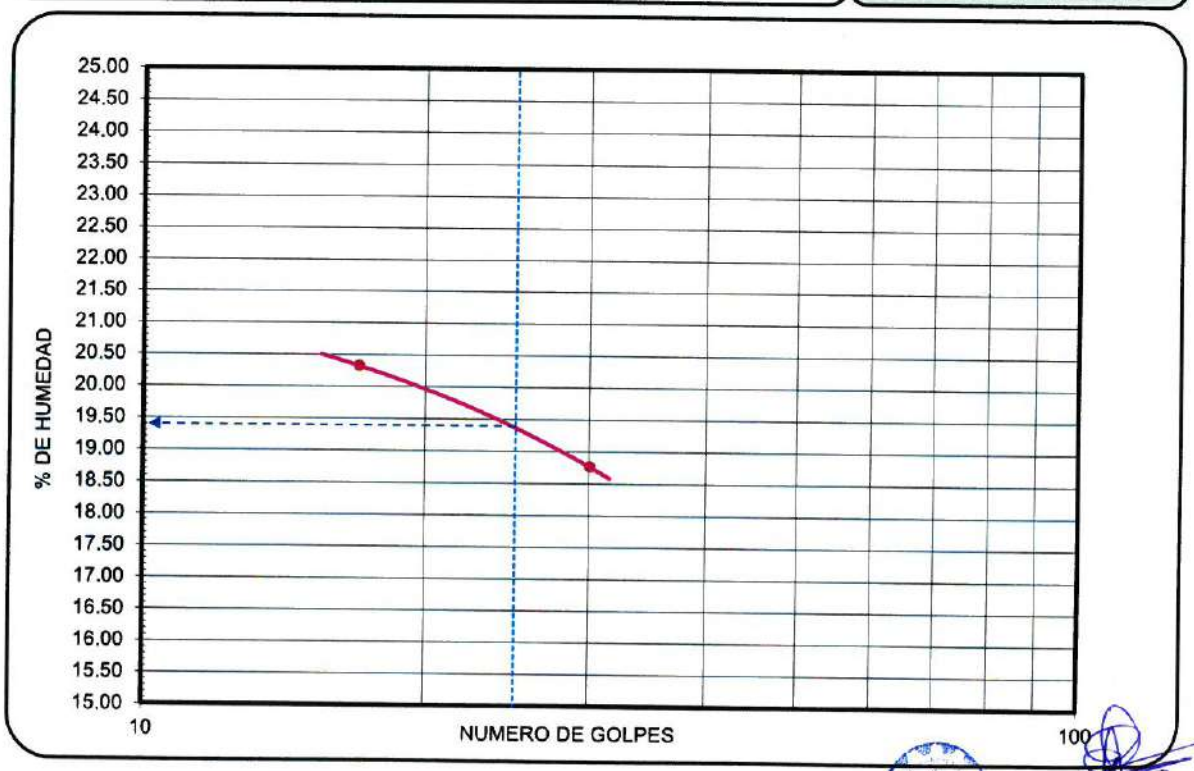
Nro. De Tarro	Nº	52	52	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	18.77	18.77	
T. + Suelo Seco	Gr.	18.34	18.34	
Agua	Gr.	0.43	0.43	
Peso del Tarro	Gr.	15.50	15.50	
Suelo Seco	Gr.	2.84	2.84	
% de Humedad	%	15.14	15.14	
Humedad Promedio	%	15.14		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{A0.121}$ = 19.40 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad prom
N = Número de Golpes

L.L.	19.40 %
L.P.	15.14 %
I.P.	4.26 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL MTC E 108 - 2000

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 - M 3. - 1.50 m. a 3.00 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.
ING. RESPONS. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

Nro. De Tarro	N°	27	27		
T. + Suelo Húmedo	Gr.	1,360.00	1,360.00		
T. + Suelo Seco	Gr.	1,208.00	1,208.00		
Agua	Gr.	152.00	152.00		
Peso del Tarro	Gr.	560.00	560.00		
Suelo Seco	Gr.	648.00	648.00		
% de Humedad	%	23.46	23.46		
% de Humedad promedio	%	23.46			

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107)

TESIS : "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE : BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN : DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA : CALICATA 10 - M 3. - 1.50 m. a 3.00 m.
SECTOR : I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA : 30/07/2022
ING. JEFE PROYECTO. :
ING. ESPECIALISTA. : J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA. :
TECNICO : L.A.E.P.

N° DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASE GRADUACIÓN "B"
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
11/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 6	3.36	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 10	2.00	0.12	0.02	0.02	99.98	
N°16	1.19	0.00	0.00	0.02	99.98	
N° 20	0.84	48.00	7.41	7.43	92.57	
N° 30	0.59	0.00	0.00	7.43	92.57	
N° 40	0.43	1.17	0.18	7.61	92.39	
N° 50	0.30	0.00	0.00	7.61	92.39	
N° 80	0.18	0.00	0.00	7.61	92.39	
N° 100	0.15	19.77	3.05	10.66	89.34	
N° 200	0.07	23.55	3.63	14.29	85.71	
-200.00		555.39	70.77	85.06	-	

NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.

DATOS INICIALES

Peso Inicial	:	648.00
Peso Fracción	:	648.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

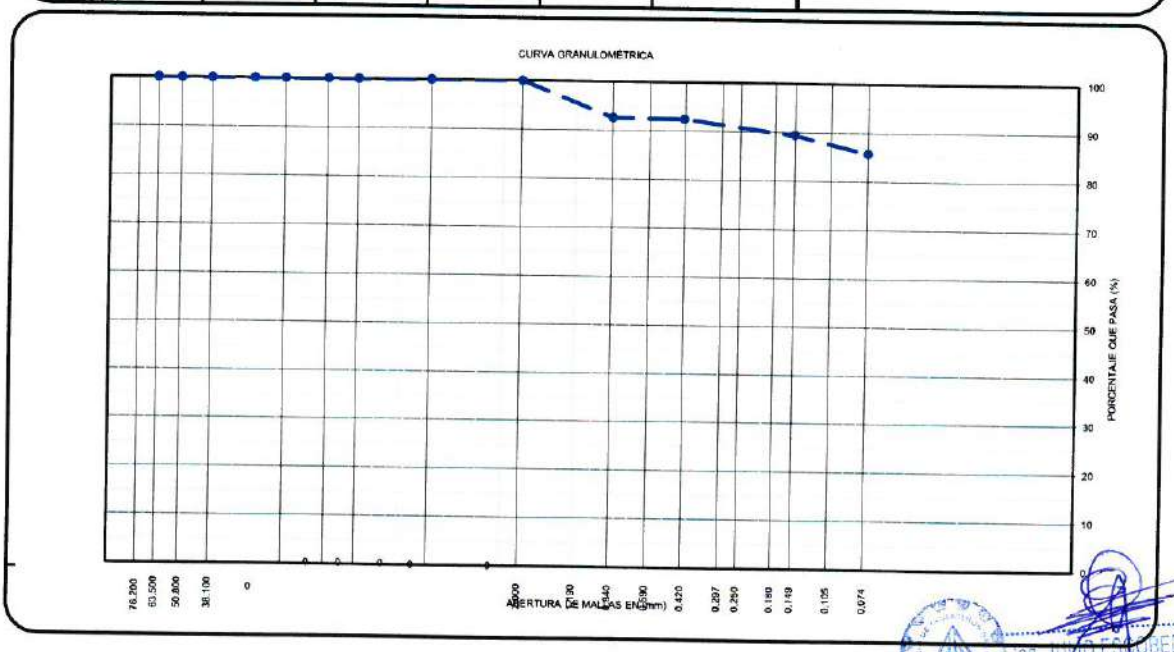
Limite Liquido	:	**32.30 %**
Limite Plastico	:	**22.83 %**
Indice Plastico	:	**9.47 %**

CLASIFICACION DE SUELOS:

AASHTO :	**A-4 (8)**
SUCS :	**CL**
IG :	**0**
CC	
CU	

Hum. Natural	:	23.46 %
Dens. Proctor.	:	
Cont.H.Optima	:	
C.B.R. Al 100%	:	
C.B.R. Al 95%	:	
EQUIV.ARENA.	:	
ABR. ANGELES.	:	

Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.



Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN VILLA ZUÑIGA - JR. VELA VELA Nº 420
TELÉFONO: 051 – 365471. CELULAR: RPM #956687520 – 953704686
PUNO – PERÚ

LIMITES DE CONSISTENCIA (MTC E110 Y MTC E111)

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	FECHA	: 30/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	ING. JEFE PROYECTO.	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	ING. ESPECIALISTA.	: J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA 10 - M 3. - 1.50 m. a 3.00 m.	ASIST. GEOTECNIA. :	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	TECNICO	: L.A.E.P.

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - 2000)

Nro. De Tarro	Nº	54	58			
T. + Suelo Húmedo	Gr.	35.08	37.36			
T. + Suelo Seco	Gr.	30.36	31.76			
Agua	Gr.	4.72	5.60			
Peso del Tarro	Gr.	15.54	14.42			
Suelo Seco	Gr.	14.82	17.34			
% de Humedad	%	31.85	32.30			
Nro. De Golpes	Nº	33	20			

LIMITE PLASTICO (MTC E 111 - 2000)

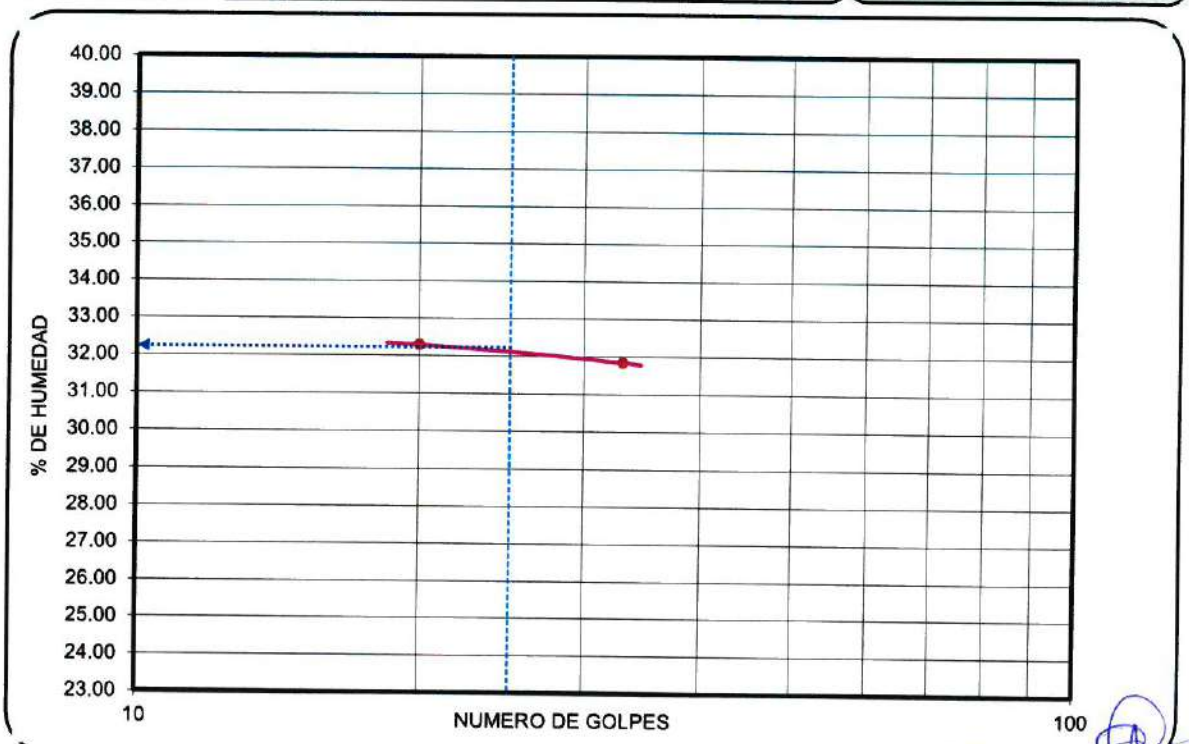
Nro. De Tarro	Nº	5	5	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.56	17.56	
T. + Suelo Seco	Gr.	17.14	17.14	
Agua	Gr.	0.42	0.42	
Peso del Tarro	Gr.	15.30	15.30	
Suelo Seco	Gr.	1.84	1.84	
% de Humedad	%	22.83	22.83	
Humedad Promedio	%	22.83		

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD

$LL = Wn*(N/25)^{0.121}$ = 32.30 %

:DONDE
LL = Límite Líquido
.Wn = Contenido de humedad promedio
N = Número de Golpes

L.L.	32.30 %
L.P.	22.83 %
I.P.	9.47 %



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

2.2 ENSAYOS ESPECIALES

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 02 ; E - 02 - SUCS : CL Profundidad: 0.60m. a 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	0.60m. a 2.70m.

ESPECIMEN N°	**1**	**2**	**3**
Diametro del anillo (cm)	6.15	6.15	6.15
Altura Inicial de Muestra (cm)	2.4	2.4	2.4
Densida Humeda inicial (gr/cm3)	1.535	1.535	1.535
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.226	1.226	1.226
Contenido de humedad inicial (%)	25.20	25.20	25.20

Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	2.40	2.40	2.40

Peso de la muestra (gr)	161.10	161.35	161.30
Volumen de la muestra (cm3)	71.29	71.29	71.29
Altura final de muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad Húmeda final (gr/cm3)	2.260	2.263	2.262
Densidad seca final (gr/cm3)	1.769	1.771	1.770
Contenido de humedad final (%)	27.76	27.81	27.84

Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	**0.50**	**1.00**	**2.00**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm2)	0.78	0.98	1.42

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	**23.2**	**Grados**
COHESIÓN (Kg/cm2)	**0.56**	**Kg/cm2**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 02 ; E - 02 - SUCS : CL Profundidad: 0.60m. a 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	0.60m. a 2.70m.

TANGENCIAL	S (Kg/cm2) 0.500		S (Kg/cm2) 1.000		S (Kg/cm2) 2.000		S (Kg/cm2) 4.000	
dh (mm)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000		
0.20	4.56	0.154	6.16	0.207	8.98	0.302		
0.40	7.63	0.257	10.51	0.354	14.10	0.475		
0.60	10.23	0.344	13.86	0.467	18.43	0.620		
0.80	13.06	0.440	16.52	0.556	22.60	0.761		
1.00	15.12	0.509	18.81	0.633	27.00	0.909		
1.20	16.71	0.563	21.30	0.717	30.96	1.042		
1.40	18.46	0.621	22.98	0.774	34.72	1.169		
1.60	20.01	0.674	25.13	0.846	36.86	1.241		
1.80	21.44	0.722	26.85	0.904	38.92	1.310		
2.00	21.80	0.734	27.58	0.928	40.09	1.350		
2.20	22.46	0.756	28.42	0.957	41.36	1.392		
2.40	23.18	0.780	28.76	0.968	42.12	1.418		
2.60	23.01	0.775	29.12	0.980	42.32	1.425		
2.80	22.82	0.768	28.89	0.973	42.20	1.42		
3.00	22.58	0.760	28.64	0.964	41.89	1.41		
3.20	22.36	0.753	28.14	0.947	41.23	1.39		
3.40	21.56	0.726	27.89	0.939	40.71	1.37		
3.60								
3.80								
4.00								
4.20								
4.40								
4.60								
4.80								
5.00								
5.20								
5.40								
5.60								
5.80								
6.00								
6.20								
6.40								
6.60								
Esfuerzo de corte		0.78		0.98		1.42		

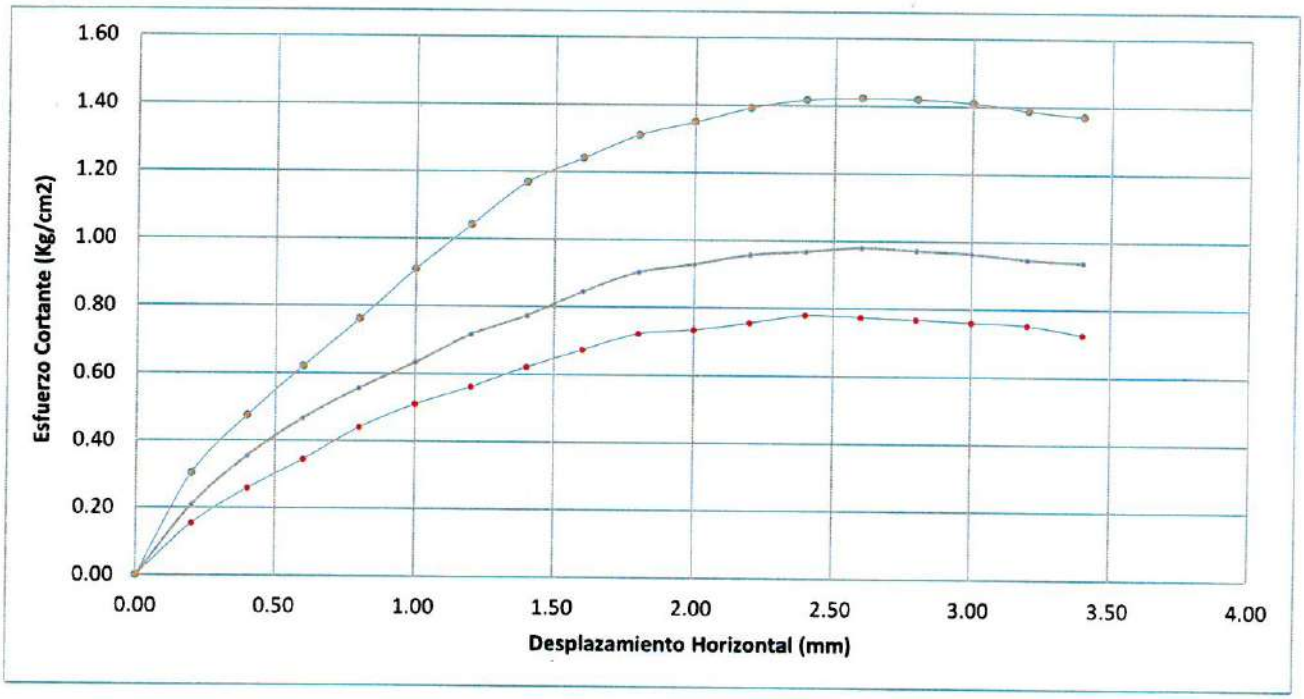
Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

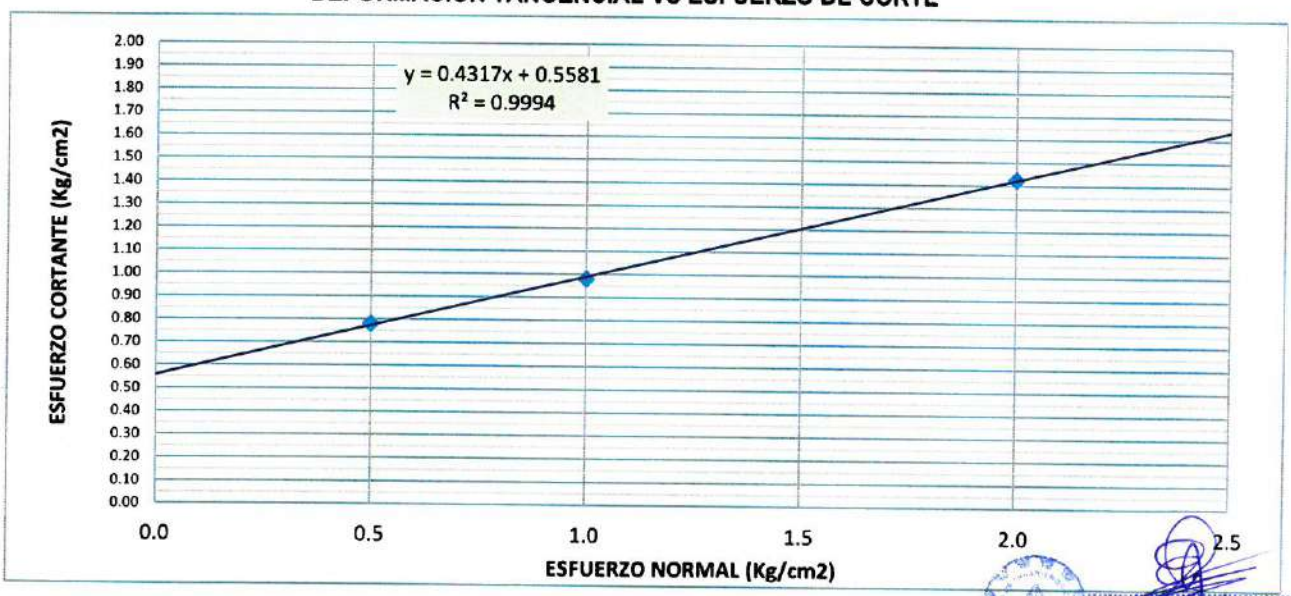
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"				
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO			**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 02 ; E - 02 - SUCS : CL	Profundidad:	0.60m. a 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 04 ; E - 04 - SUCS : SC Profundidad: 2.30 m. - 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	2.30 m. - 2.70m.

ESPECIMEN N°	1	2	3
Diametro del anillo (cm)	6.15	6.15	6.15
Altura Inicial de Muestra (cm)	2.4	2.4	2.4
Densida Humeda inicial (gr/cm3)	1.460	1.460	1.460
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.274	1.274	1.274
Contenido de humedad inicial (%)	14.60	14.60	14.60

Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	2.40	2.40	2.40

Peso de la muestra (gr)	136.70	135.40	136.90
Volumen de la muestra (cm3)	71.29	71.29	71.29
Altura final de muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad Húmeda final (gr/cm3)	**1.917**	**1.899**	**1.920**
Densidad seca final (gr/cm3)	1.662	1.645	1.664
Contenido de humedad final (%)	15.40	15.46	15.43

Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	**0.50**	**1.00**	**2.00**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm2)	0.63	0.90	1.37

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	**26.1**	**Grados**
COHESIÓN (Kg/cm2)	**0.4**	**Kg/cm2**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90658
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 04 ; E - 04 - SUCS : SC Profundidad: 2.30 m. - 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	2.30 m. - 2.70m.

TANGENCIAL	S (Kg/cm2) 0.500		S (Kg/cm2) 1.000		S (Kg/cm2) 2.000		S (Kg/cm2) 4.000	
dh (mm)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000		
0.20	4.43	0.149	7.16	0.241	10.94	0.368		
0.40	7.21	0.243	11.36	0.382	18.32	0.617		
0.60	9.49	0.319	14.64	0.493	22.75	0.766		
0.80	11.00	0.370	16.78	0.565	26.42	0.889		
1.00	12.50	0.421	18.87	0.635	28.25	0.951		
1.20	13.99	0.471	20.75	0.699	30.74	1.035		
1.40	15.34	0.517	22.55	0.759	32.87	1.106		
1.60	16.55	0.557	23.38	0.787	34.56	1.163		
1.80	16.82	0.566	24.67	0.830	35.82	1.206		
2.00	17.28	0.582	25.99	0.875	36.73	1.236		
2.20	17.73	0.597	26.39	0.888	37.99	1.279		
2.40	17.95	0.604	26.59	0.895	38.58	1.299		
2.60	18.42	0.620	26.64	0.897	39.36	1.325		
2.80	18.74	0.631	26.76	0.901	40.15	1.352		
3.00	18.40	0.619	26.86	0.904	40.57	1.366		
3.20	17.70	0.596	26.10	0.879	40.08	1.349		
3.40	17.10	0.576	25.10	0.845	39.08	1.316		
3.60								
3.80								
4.00								
4.20								
4.40								
4.60								
4.80								
5.00								
5.20								
5.40								
5.60								
5.80								
6.00								
6.20								
6.40								
6.60								
6.80								
7.00								
Esfuerzo de corte		0.63		0.90		1.37		

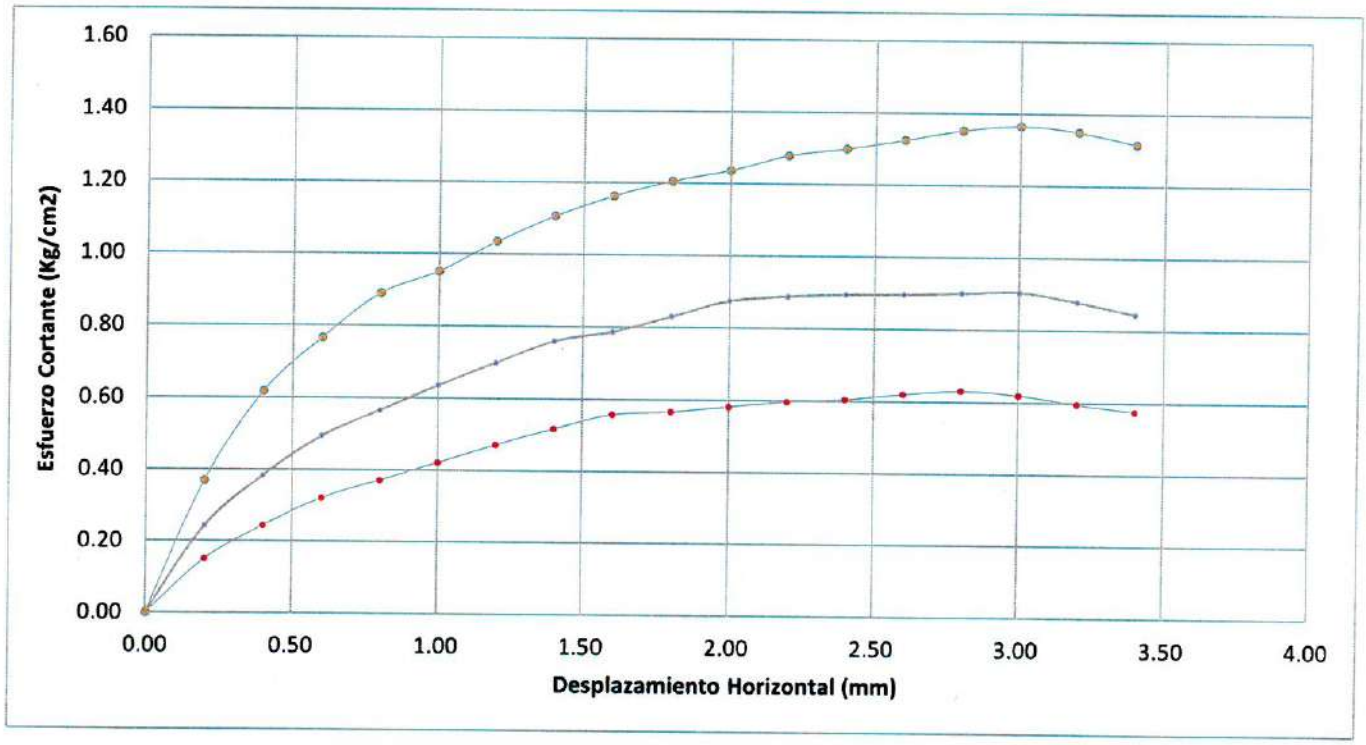
Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

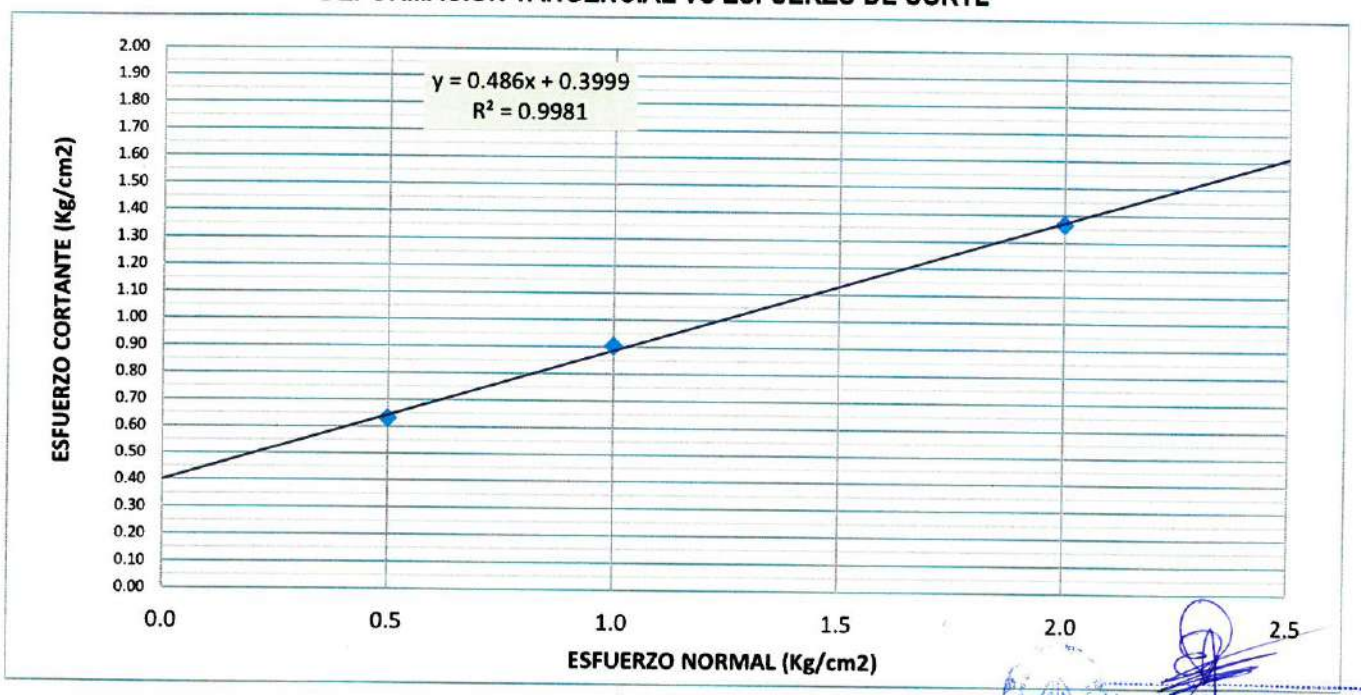
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"				
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO			**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 04 ; E - 04 - SUCS : SC	Profundidad:	2.30 m. - 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	:Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L.A.E.P.
MUESTRA	: C - 05 ; E - 04 - SUCS : SC Profundidad: 2.50m. a 2.80m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. J. ESCOBEDO A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	2.50m. a 2.80m.

ESPECIMEN N°	1	2	3
Diametro del anillo (cm)	6.15	6.15	6.15
Altura Inicial de Muestra (cm)	2.4	2.4	2.4
Densida Humeda inicial (gr/cm3)	1.784	1.784	1.784
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.589	1.589	1.589
Contenido de humedad inicial (%)	12.30	12.30	12.30

Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	2.40	2.40	2.40

Peso de la muestra (gr)	136.70	135.40	136.70
Volumen de la muestra (cm3)	71.29	71.29	71.29
Altura final de muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad Húmeda final (gr/cm3)	1.917	1.899	1.917
Densidad seca final (gr/cm3)	1.678	1.664	1.673
Contenido de humedad final (%)	14.25	14.14	14.61

Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	**0.50**	**1.00**	**2.00**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm2)	0.63	0.90	1.38

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	**26.5**	**Grados**
COHESIÓN (Kg/cm2)	**0.39**	**Kg/cm2**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	:Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L.A.E.P.
MUESTRA	: C - 05 ; E - 04 - SUCS : SC Profundidad: 2.50m. a 2.80m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. J. ESCOBEDO A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	2.50m. a 2.80m.

TANGENCIAL	S (Kg/cm2) 0.500		S (Kg/cm2) 1.000		S (Kg/cm2) 2.000		S (Kg/cm2) 4.000	
dh (mm)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000		
0.20	3.45	0.116	6.16	0.207	9.58	0.322		
0.40	5.17	0.174	10.41	0.351	14.28	0.481		
0.60	6.67	0.225	12.83	0.432	17.47	0.588		
0.80	7.82	0.263	14.97	0.504	19.89	0.670		
1.00	8.61	0.290	16.96	0.571	22.82	0.768		
1.20	9.69	0.326	18.77	0.632	24.96	0.840		
1.40	10.50	0.353	19.96	0.672	26.86	0.904		
1.60	11.62	0.391	21.50	0.724	28.76	0.968		
1.80	13.00	0.438	22.94	0.772	30.82	1.037		
2.00	13.90	0.468	24.28	0.817	32.42	1.091		
2.20	14.89	0.501	24.75	0.833	34.52	1.162		
2.40	15.66	0.527	25.39	0.855	35.97	1.211		
2.60	16.83	0.566	25.98	0.874	37.75	1.271		
2.80	17.83	0.600	26.28	0.885	39.77	1.34		
3.00	18.69	0.629	26.59	0.895	40.99	1.38		
3.20	18.82	0.634	26.38	0.888	40.76	1.37		
3.40	18.19	0.612	25.27	0.851	39.88	1.34		
3.60								
3.80								
4.00								
4.20								
4.40								
4.60								
4.80								
5.00								
5.20								
5.40								
5.60								
5.80								
6.00								
6.20								
6.40								
6.60								
Esfuerzo de corte		**0.63**		**0.90**		**1.38**		

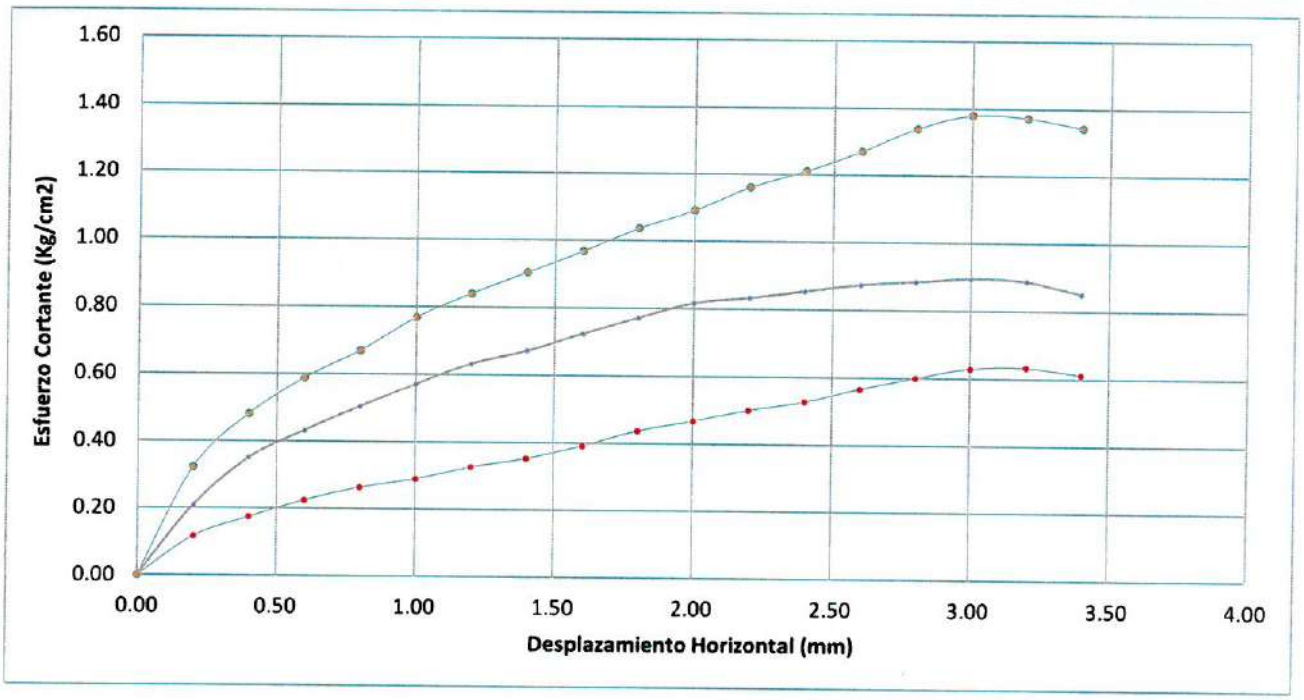
Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

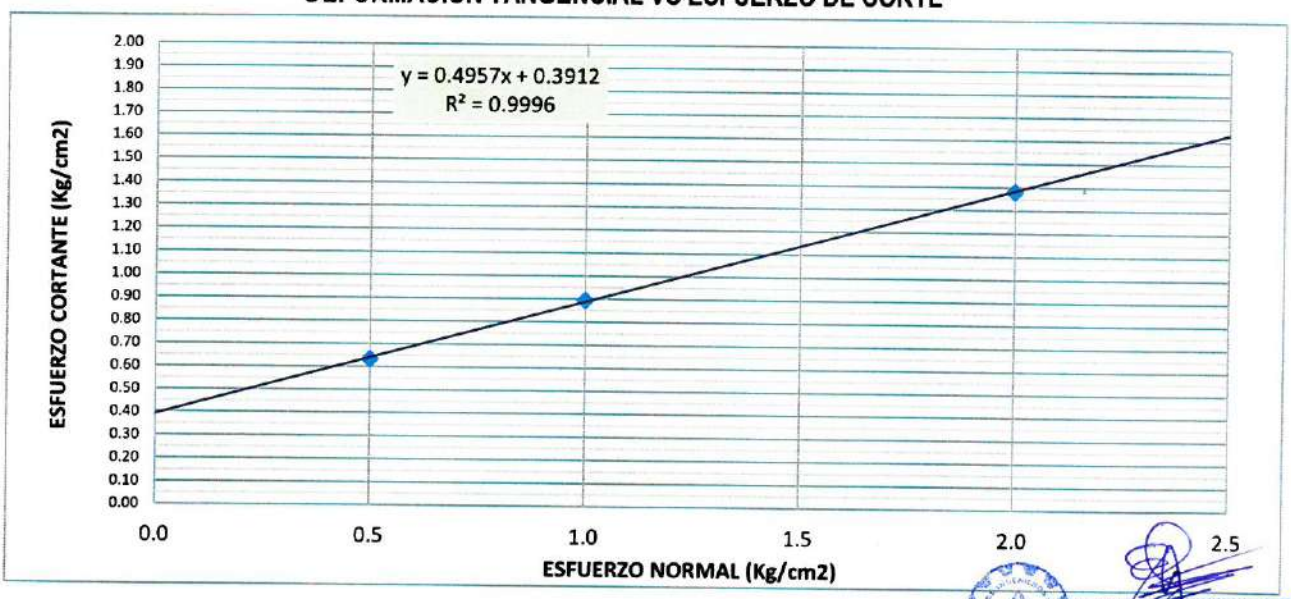
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"				
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			**Fecha**	:Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO			**Técnico de Laboratorio**	: L.A.E.P.
MUESTRA	: C - 05 ; E - 04 - SUCS : SC	**Profundidad:**	2.50m. a 2.80m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. J. ESCOBEDO A.

DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 06 ; E - U - SUCS : CL Profundidad: 0.00m. a 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	0.00m. a 2.70m.

ESPECIMEN N°	1	2	3
Diametro del anillo (cm)	6.15	6.15	6.15
Altura Inicial de Muestra (cm)	2.4	2.4	2.4
Densida Humeda inicial (gr/cm3)	1.972	1.972	1.972
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.627	1.627	1.627
Contenido de humedad inicial (%)	21.20	21.20	21.20
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	2.40	2.40	2.40
Peso de la muestra (gr)	145.60	145.70	145.86
Volumen de la muestra (cm3)	71.29	71.29	71.29
Altura final de muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad Húmeda final (gr/cm3)	2.042	2.044	2.046
Densidad seca final (gr/cm3)	1.658	1.654	1.657
Contenido de humedad final (%)	23.14	23.56	23.48
Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	**0.50**	**1.00**	**2.00**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm2)	0.79	0.98	1.44

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	**23.4**	**Grados**
COHESIÓN (Kg/cm2)	**0.55**	**Kg/cm2**

Ing JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

INGEOPLESCA
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: ING. PROYECTISTA	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 06 ; E - U - SUCS : CL Profundidad: 0.00m. a 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A,

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	0.00m. a 2.70m.

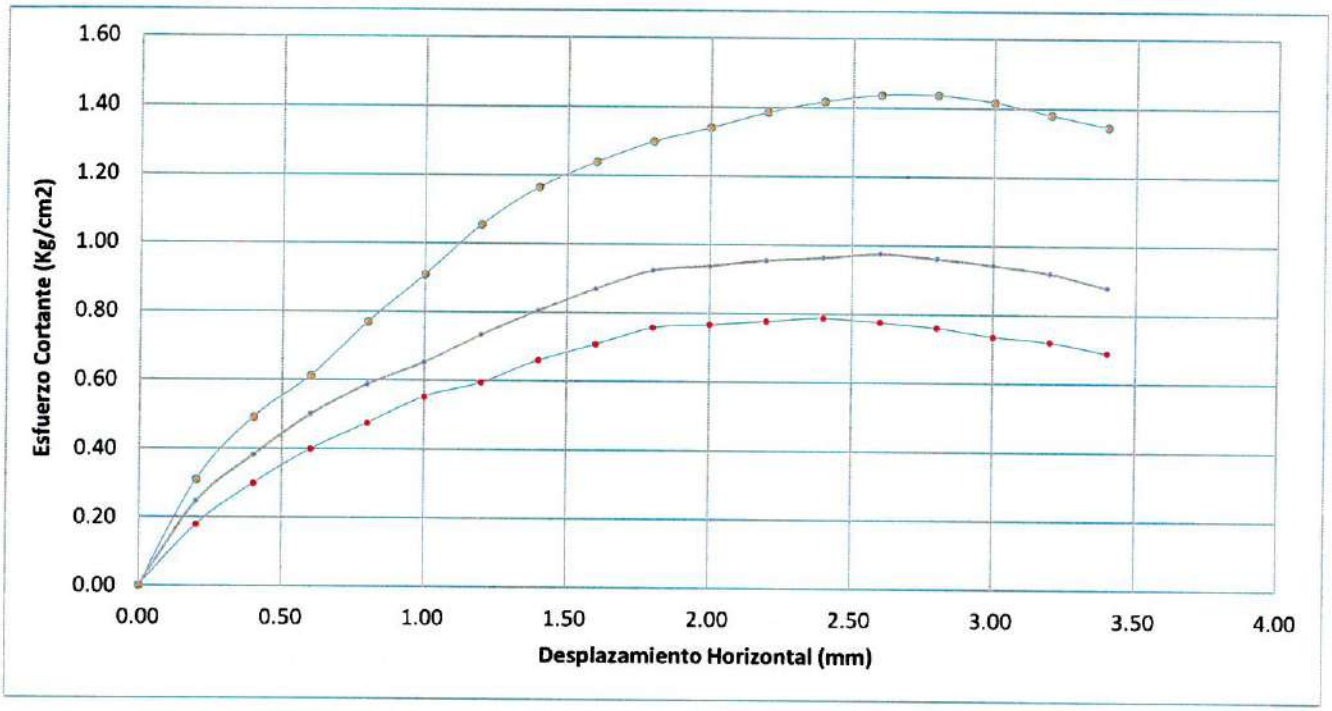
TANGENCIAL	S (Kg/cm2) 0.500		S (Kg/cm2) 1.000		S (Kg/cm2) 2.000		S (Kg/cm2) 4.000	
dh (mm)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000		
0.20	5.32	0.179	7.32	0.246	9.20	0.310		
0.40	8.87	0.299	11.32	0.381	14.60	0.491		
0.60	11.86	0.399	14.86	0.500	18.21	0.613		
0.80	14.13	0.476	17.47	0.588	22.89	0.771		
1.00	16.42	0.553	19.41	0.653	27.00	0.909		
1.20	17.68	0.595	21.82	0.735	31.34	1.055		
1.40	19.63	0.661	23.92	0.805	34.60	1.165		
1.60	21.03	0.708	25.84	0.870	36.84	1.240		
1.80	22.50	0.757	27.43	0.923	38.62	1.300		
2.00	22.80	0.768	27.86	0.938	39.84	1.341		
2.20	23.10	0.778	28.36	0.955	41.20	1.387		
2.40	23.40	0.788	28.61	0.963	42.12	1.418		
2.60	23.07	0.777	28.97	0.975	42.72	1.438		
2.80	22.64	0.762	28.56	0.961	42.70	1.44		
3.00	21.88	0.737	28.02	0.943	42.10	1.42		
3.20	21.43	0.721	27.34	0.920	41.04	1.38		
3.40	20.48	0.689	26.10	0.879	40.02	1.35		
3.60								
3.80								
4.00								
4.20								
4.40								
4.60								
4.80								
5.00								
5.20								
5.40								
5.60								
5.80								
6.00								
6.20								
6.40								
6.60								
Esfuerzo de corte		0.79		0.98		1.44		

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

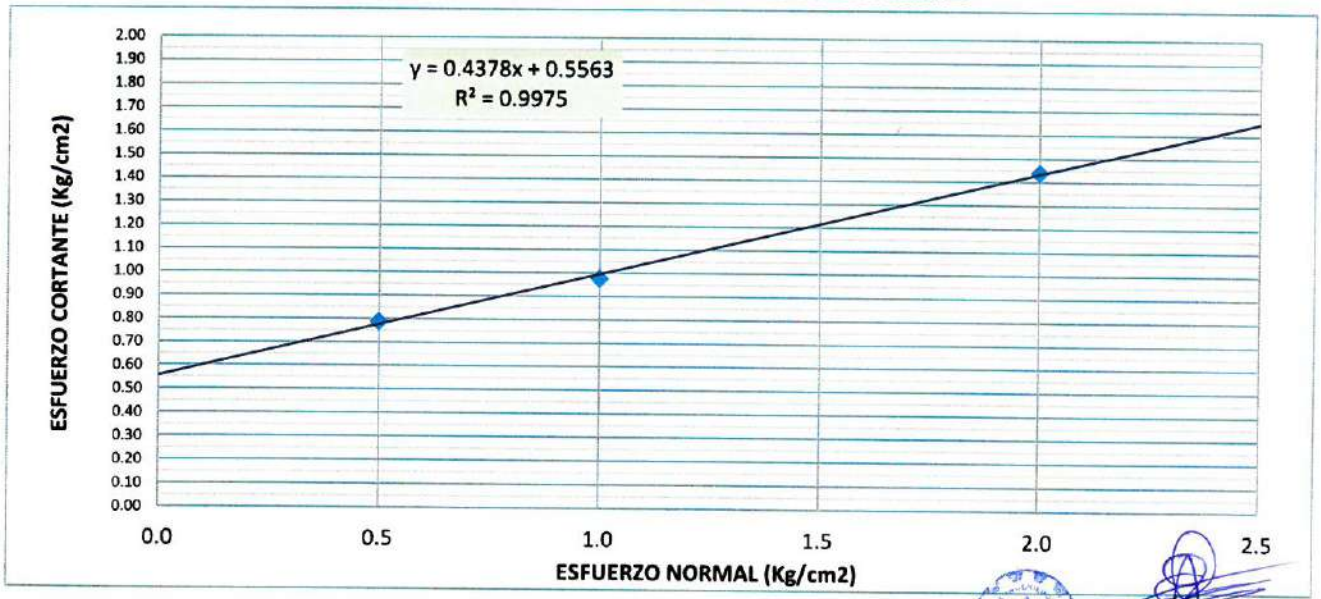
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"				
SOLICITANTE	: ING. PROYECTISTA			**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO			**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 06 ; E - U - SUCS : CL	**Profundidad:**	0.00m. a 2.70m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A,

DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 08 ; E - 03 - SUCS : CL Profundidad: 0.90m. a 1.80m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	COLISEO DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	0.90m. a 1.80m.

ESPECIMEN N°	1	2	3
Diametro del anillo (cm)	6.15	6.15	6.15
Altura Inicial de Muestra (cm)	2.4	2.4	2.4
Densida Humeda inicial (gr/cm3)	1.787	1.787	1.787
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.404	1.404	1.404
Contenido de humedad inicial (%)	27.28	27.28	27.28

Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	2.40	2.40	2.40

Peso de la muestra (gr)	140.41	140.59	140.48
Volumen de la muestra (cm3)	71.29	71.29	71.29
Altura final de muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad Húmeda final (gr/cm3)	1.969	1.972	1.970
Densidad seca final (gr/cm3)	1.523	1.525	1.524
Contenido de humedad final (%)	29.32	29.30	29.26

Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	**0.50**	**1.00**	**2.00**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm2)	0.77	1.00	1.44

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	**23.9**	**Grados**
COHESIÓN (Kg/cm2)	**0.57**	**Kg/cm2**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 08 : E - 03 - SUCS : CL Profundidad: 0.90m. a 1.80m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	COLISEO DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	0.90m. a 1.80m.

TANGENCIAL	S (Kg/cm2) 0.500		S (Kg/cm2) 1.000		S (Kg/cm2) 2.000		S (Kg/cm2) 4.000	
dh (mm)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000		
0.20	4.23	0.142	6.42	0.216	9.83	0.331		
0.40	7.32	0.246	10.62	0.358	15.69	0.528		
0.60	9.86	0.332	14.23	0.479	19.82	0.667		
0.80	12.43	0.418	17.36	0.584	23.93	0.806		
1.00	14.38	0.484	19.61	0.660	28.36	0.955		
1.20	15.46	0.520	21.48	0.723	32.96	1.110		
1.40	17.27	0.581	23.24	0.782	35.87	1.208		
1.60	19.15	0.645	25.68	0.864	37.95	1.278		
1.80	20.63	0.694	27.36	0.921	40.09	1.350		
2.00	21.09	0.710	28.45	0.958	41.00	1.380		
2.20	21.67	0.729	28.89	0.973	42.24	1.422		
2.40	22.58	0.760	29.63	0.997	42.54	1.432		
2.60	22.91	0.771	29.71	1.000	42.69	1.437		
2.80	22.64	0.762	29.76	1.002	42.70	1.44		
3.00	22.35	0.752	29.74	1.001	42.49	1.43		
3.20	22.04	0.742	29.27	0.985	42.32	1.42		
3.40	21.56	0.726	28.80	0.970	41.88	1.41		
3.60								
3.80								
4.00								
4.20								
4.40								
4.60								
4.80								
5.00								
5.20								
5.40								
5.60								
5.80								
6.00								
6.20								
6.40								
6.60								
Esfuerzo de corte		0.77		1.00		1.44		

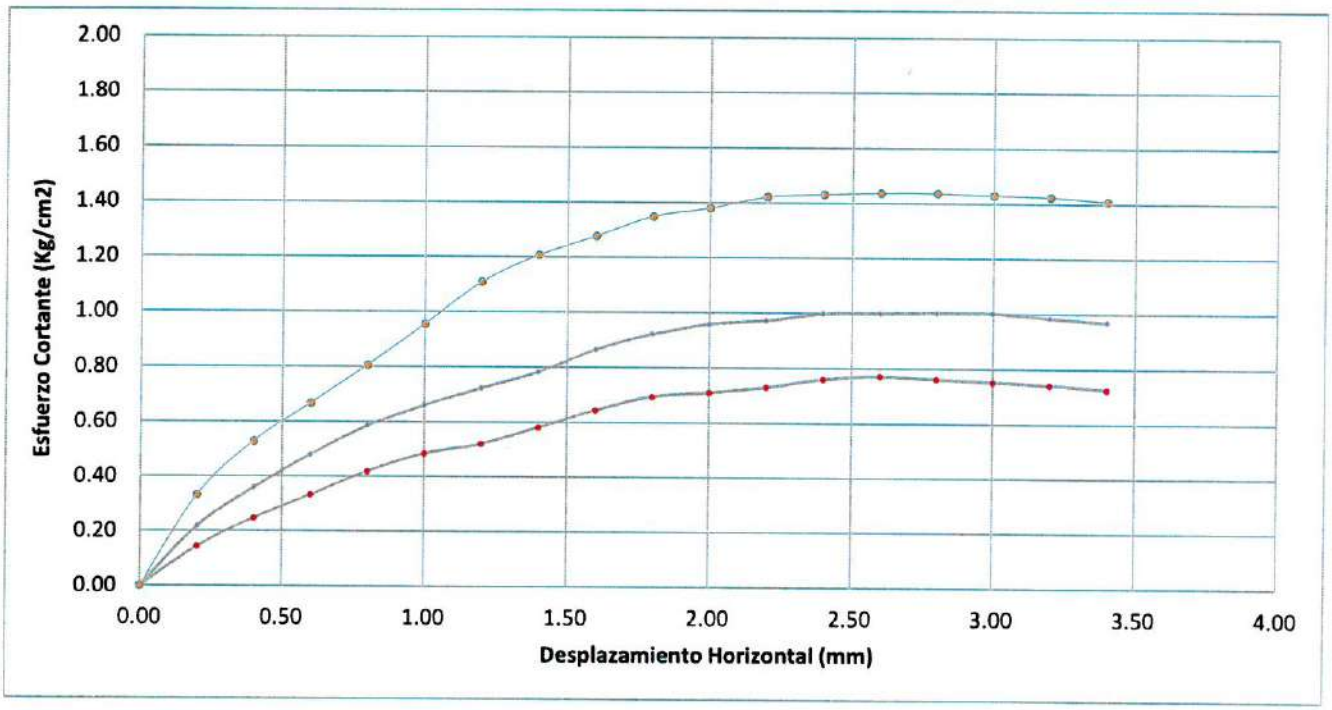
Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

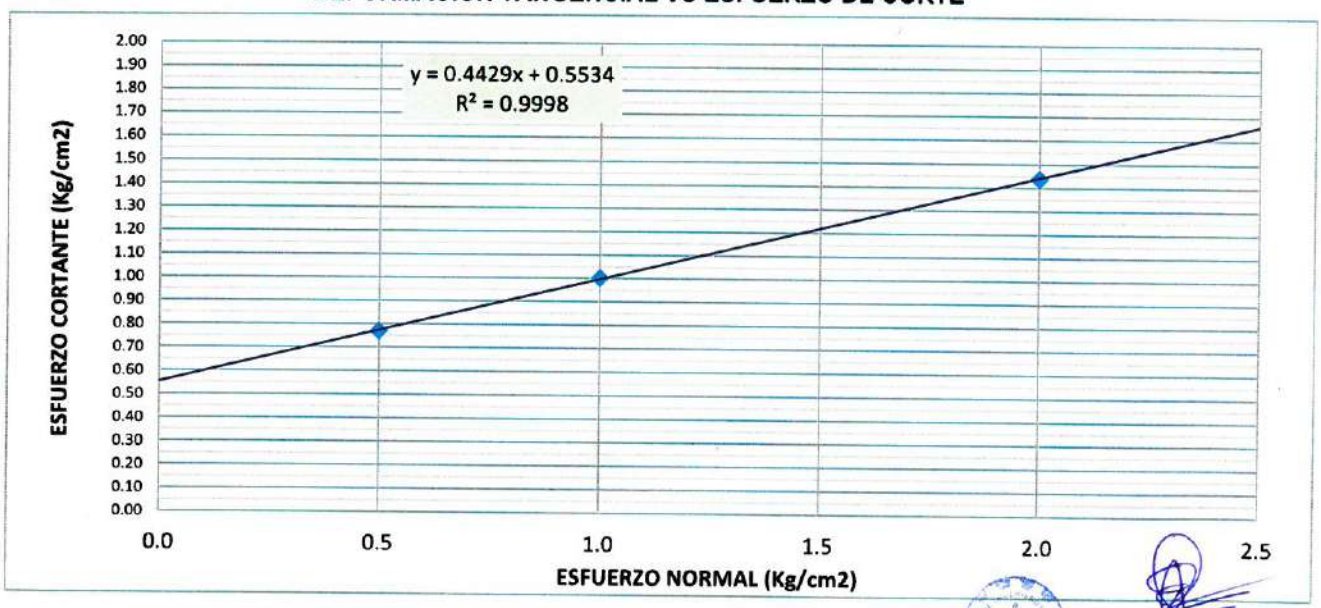
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"				
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO			**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 08 ; E - 03 - SUCS : CL	Profundidad:	0.90m. a 1.80m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 10 ; E - 03 - SUCS : CL Profundidad: 1.50m. a 3.00m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	COLISEO DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	1.50m. a 3.00m.

ESPECIMEN N°	1	2	3
Diametro del anillo (cm)	6.15	6.15	6.15
Altura Inicial de Muestra (cm)	2.4	2.4	2.4
Densida Humeda inicial (gr/cm3)	1.680	1.680	1.680
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.383	1.383	1.383
Contenido de humedad inicial (%)	21.50	21.50	21.50

Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	2.40	2.40	2.40

Peso de la muestra (gr)	140.04	140.14	140.15
Volumen de la muestra (cm3)	71.29	71.29	71.29
Altura final de muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad Húmeda final (gr/cm3)	1.964	1.966	1.966
Densidad seca final (gr/cm3)	1.586	1.588	1.587
Contenido de humedad final (%)	23.82	23.81	23.86

Esfuerzo Normal (Kg/cm2)	**0.50**	**1.00**	**2.00**
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm2)	0.79	0.98	1.45

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	**24.0**	**Grados**
COHESIÓN (Kg/cm2)	**0.55**	**Kg/cm2**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"		
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO	**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 10 ; E - 03 - SUCS : CL Profundidad: 1.50m. a 3.00m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

ESTADO	:	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
UBICACIÓN DE MUESTRA	:	COLISEO DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA
ESTRATO	:	1.50m. a 3.00m.

TANGENCIAL	S (Kg/cm2) 0.500		S (Kg/cm2) 1.000		S (Kg/cm2) 2.000		S (Kg/cm2) 4.000	
dh (mm)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)	F (Kg)	T (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000		
0.20	5.03	0.169	7.68	0.259	10.20	0.343		
0.40	7.84	0.264	11.84	0.399	14.89	0.501		
0.60	10.26	0.345	14.80	0.498	18.94	0.638		
0.80	13.25	0.446	17.89	0.602	23.56	0.793		
1.00	15.15	0.510	19.88	0.669	27.99	0.942		
1.20	16.68	0.562	22.35	0.752	31.63	1.065		
1.40	18.47	0.622	24.37	0.820	35.11	1.182		
1.60	20.32	0.684	26.24	0.883	37.23	1.253		
1.80	21.48	0.723	27.91	0.940	38.99	1.313		
2.00	21.78	0.733	28.26	0.951	40.02	1.347		
2.20	22.43	0.755	28.72	0.967	41.24	1.388		
2.40	22.86	0.770	28.85	0.971	42.63	1.435		
2.60	23.07	0.777	29.00	0.976	43.21	1.455		
2.80	23.35	0.786	28.86	0.972	42.99	1.45		
3.00	23.20	0.781	28.74	0.967	42.79	1.44		
3.20	23.02	0.775	28.23	0.950	42.62	1.43		
3.40	22.63	0.762	28.01	0.943	42.31	1.42		
3.60								
3.80								
4.00								
4.20								
4.40								
4.60								
4.80								
5.00								
5.20								
5.40								
5.60								
5.80								
6.00								
6.20								
6.40								
6.60								
Esfuerzo de corte		**0.79**		**0.98**		**1.45**		

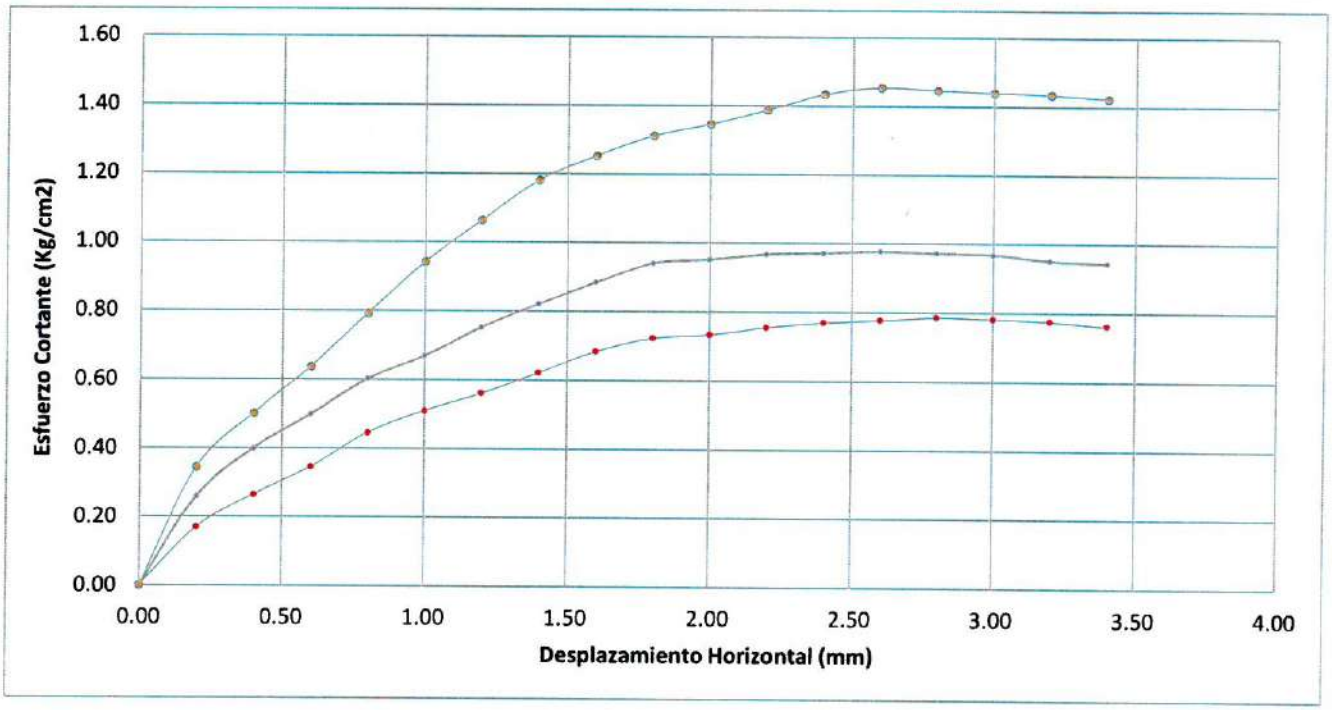
Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS , CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

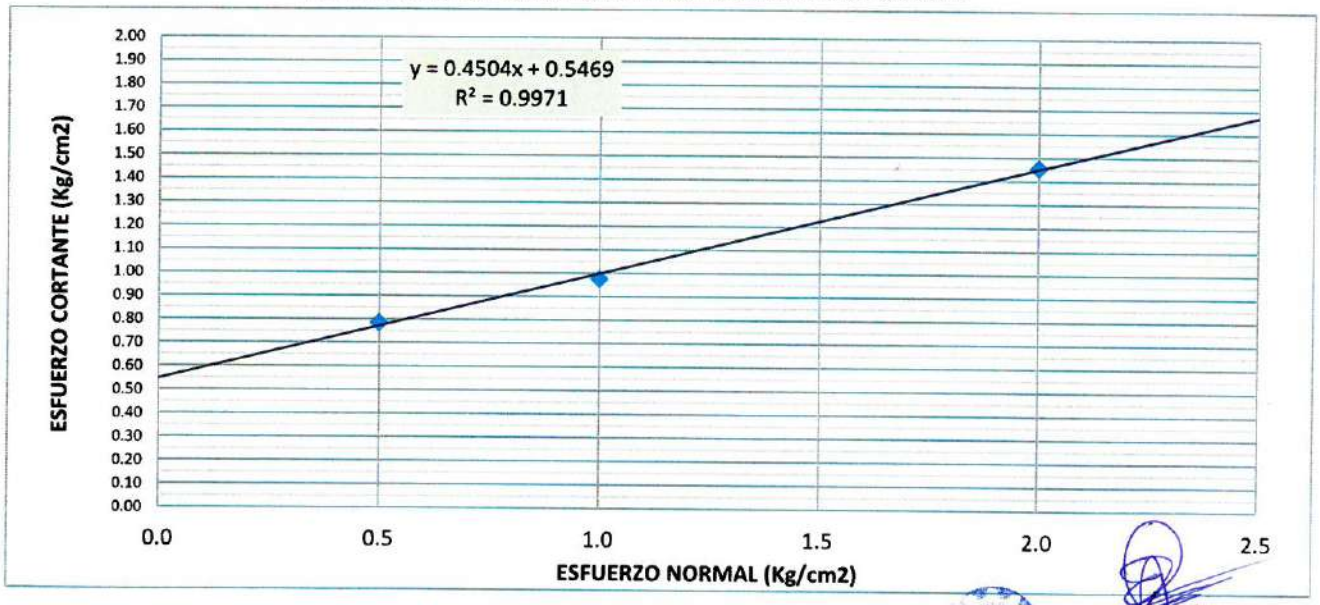
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"				
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			**Fecha**	: Agosto del 2022
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA - AZANGARO - PUNO			**Técnico de Laboratorio**	: L. A.E.P.
MUESTRA	: C - 10 ; E - 03 - SUCS : CL	Profundidad:	1.50m. a 3.00m.	**Jefe de Laboratorio**	: Ing. Julio Escobedo A,

DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



DEFORMACION TANGENCIAL VS ESFUERZO DE CORTE



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANEXO N° 03

CAPACIDAD PORTANTE

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"
CALICATA	: C - 02 ; E - 02 - SUCS : CL
PROFUNDIDAD	: 0.60m. a 2.70m

Determinacion de la capacidad de carga aplicando la teoria de **Karl Terzaghi** para cimentaciones superficiales, se tiene :

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_y$$ (Cimentación cuadrada)

Cuando este tipo de falla repentina tiene lugar en el suelo, se denomina falla por corte general.

Donde :

qad =	Capacidad portante admisible	= Kg/cm2
Ø =	Angulo de friccion interna	= Grados
. ɣ=	Peso especifico del suelo	= Kg/cm3
C =	Cohesion	= kg/cm2
Df =	Profundidad de cimentacion	= cm.
B =	Ancho de la zapata	= cm.

Nc, Nq, Ng = factores de capacidad de carga por Terzaghi

De la tabla de los factores de capacidad de carga del Cuadro 2.3 (Curso Aplicado de Cimentaciones - Jose Maria Rodriguez Ortiz):

Angulo de Fricción Ø	Nc	Nq	Nɣ
23.200	18.05	8.66	8.20

Angulo de fricción para la calicata :

Ø = 23.20

Interpolando para obtener los factores de capacidad de carga:

Nc=	18.050
Nq=	8.660
Nɣ =	8.200

Datos del suelo de fundación:

c =	0.0560	Kg/cm2	c' = 0.03733333	$c' = 2/3c$
Df=	100	cm		
B =	100	cm		
. ɣ=	0.001505	Kg/cm3	1505 Kg/m3	
N.F.=	0.000	cm		

Capacidad Ultima de Carga

Reemplazando a la formula:

qu = 3.111 **Kg/cm2**

Capacidad de Carga Admisible

Fs = factor de seguridad considerado es = 3

qadm = (kg/cm2) $qadm = \frac{qu}{fs}$

qadm = 1.04 kg/cm2 **(Cimentación cuadrada)**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Corrección de capacidad admisible por presencia del nivel freatico:

$$q = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Sobrecarga Efectiva

$$q_{sat} = q_{adm} - q$$

Donde:

D1= Profundidad del nivel de agua freático

D2= Df - D1

γ_{sat} = Peso especifico saturado del suelo

γ_w = Peso específico del agua

γ = Peso especifico del suelo

Datos:

D1 =	0.00	cm
D2 =	0.00	cm
γ_{sat} =	0	Kg/cm3
γ_w =	0	Kg/cm3
γ =	0	Kg/cm3

Reemplazando:

q =	**0.00000**	**Kg/cm2**

Entonces:

qadm. final =	1.04	Kg/cm2

En el siguiente cuadro se calcula las capacidades de cargas admisibles para diferentes profundidades de fundación (Df en cm.) en relación del ancho de la zapata (B en cm).

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	**100.00**	**150.00**	**200.00**	**250.00**	**300.00**	**350.00**
100.00	1.04	1.12	1.20	1.28	1.37	1.45
150.00	1.25	1.34	1.42	1.50	1.58	1.67
200.00	1.47	1.55	1.64	1.72	1.80	1.88
250.00	1.69	1.77	1.85	1.94	2.02	2.10
300.00	1.91	1.99	2.07	2.15	2.23	2.32
350.00	2.12	2.21	2.29	2.37	2.45	2.53

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

OBSERVACIONES:

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"
CALICATA	: C - 04 ; E - 04 - SUCS : SC
PROFUNDIDAD	: 2.30 m. - 2.70m.

Determinacion de la capacidad de carga aplicando la teoria de **Karl Terzaghi** para cimentaciones superficiales, se tiene :

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_y$$ (Cimentación cuadrada)

Cuando este tipo de falla repentina tiene lugar en el suelo, se denomina falla por corte general.

Donde :

qad =	Capacidad portante admisible	= Kg/cm2
Ø =	Angulo de friccion interna	= Grados
. ɣ=	Peso especifico del suelo	= Kg/cm3
C =	Cohesion	= kg/cm2
Df =	Profundidad de cimentacion	= cm.
B =	Ancho de la zapata	= cm.

Nc, Nq, Ng = factores de capacidad de carga por Terzaghi

De la tabla de los factores de capacidad de carga del Cuadro 2.3 (Curso Aplicado de Cimentaciones - Jose Maria Rodriguez Ortiz):

Angulo de Fricción Ø	Nc	Nq	Nɣ
26.100	22.25	11.85	12.54

Angulo de fricción para la calicata :

Ø = 26.10

Interpolando para obtener los factores de capacidad de carga:

Nc=	22.250
Nq=	11.850
Nɣ =	12.540

Datos del suelo de fundación:

c =	0.0400	Kg/cm2	c' = 0.02666667	$c' = 2/3c$
Df=	100	cm		
B =	100	cm		
. ɣ=	0.001706	Kg/cm3	1505 Kg/m3	
N.F.=	0.000	cm		

Capacidad Ultima de Carga

Reemplazando a la formula:

qu = 4.034 **Kg/cm2**

Capacidad de Carga Admisible

Fs = factor de seguridad considerado es = 3

qadm = (kg/cm2)

$$qadm = \frac{qu}{fs}$$

qadm = 1.34 kg/cm2 **(Cimentación cuadrada)**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Corrección de capacidad admisible por presencia del nivel freatico:

$$q = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Sobrecarga Efectiva

$$q_{sat} = q_{adm} - q$$

Donde:

D1= Profundidad del nivel de agua freático

D2= Df - D1

γ_{sat} = Peso especifico saturado del suelo

γ_w = Peso específico del agua

γ = Peso especifico del suelo

Datos:

D1 =	0.00	cm
D2 =	0.00	cm
γ_{sat} =	0	Kg/cm3
γ_w =	0	Kg/cm3
γ =	0	Kg/cm3

Reemplazando:

q =	**0.00000**	**Kg/cm2**

Entonces:

qadm. final =	**1.34**	**Kg/cm2**

En el siguiente cuadro se calcula las capacidades de cargas admisibles para diferentes profundidades de fundación (Df en cm.) en relación del ancho de la zapata (B en cm).

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	**100.00**	**150.00**	**200.00**	**250.00**	**300.00**	**350.00**
100.00	1.34	1.49	1.63	1.77	1.92	2.06
150.00	1.68	1.82	1.97	2.11	2.25	2.39
200.00	2.02	2.16	2.30	2.45	2.59	2.73
250.00	2.36	2.50	2.64	2.78	2.93	3.07
300.00	2.69	2.84	2.98	3.12	3.26	3.41
350.00	3.03	3.17	3.31	3.46	3.60	3.74

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

OBSERVACIONES:

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

PROYECTO	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"
CALICATA	: C - 05 ; E - 04 - SUCS : SC
PROFUNDIDAD	: 2.50m. a 2.80 m.

Determinacion de la capacidad de carga aplicando la teoria de **Karl Terzaghi** para cimentaciones superficiales, se tiene :

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma BN_y$$ (Cimentación cuadrada)

Cuando este tipo de falla repentina tiene lugar en el suelo, se denomina falla por corte general.

Donde :

qad =	Capacidad portante admisible	= Kg/cm2
Ø =	Angulo de friccion interna	= Grados
. ɣ=	Peso especifico del suelo	= Kg/cm3
C =	Cohesion	= kg/cm2
Df =	Profundidad de cimentacion	= cm.
B =	Ancho de la zapata	= cm.

Nc, Nq, Ng = factores de capacidad de carga por Terzaghi

De la tabla de los factores de capacidad de carga del Cuadro 2.3 (Curso Aplicado de Cimentaciones - Jose Maria Rodriguez Ortiz):

Angulo de Fricción Ø	Nc	Nq	Nɣ
26.500	23.94	13.20	14.47

Angulo de fricción para la calicata :

Ø = 26.50

Interpolando para obtener los factores de capacidad de carga:

Nc=	23.940
Nq=	13.200
Nɣ =	14.470

Datos del suelo de fundación:

c =	0.0390	Kg/cm2	c' = 0.026	$c' = 2/3c$
Df=	100	cm		
B =	100	cm		
. ɣ=	0.001706	Kg/cm3	1505 Kg/m3	
N.F.=	0.000	cm		

Capacidad Ultima de Carga

Reemplazando a la formula:

qu = 4.453 **Kg/cm2**

Capacidad de Carga Admisible

Fs = factor de seguridad considerado es = 3

qadm = (kg/cm2)

$$qadm = \frac{qu}{fs}$$

qadm = 1.48 kg/cm2 **(Cimentación cuadrada)**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Corrección de capacidad admisible por presencia del nivel freatico:

$$q = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Sobrecarga Efectiva

$$q_{sat} = q_{adm} - q$$

Donde:

D1= Profundidad del nivel de agua freático

D2= Df - D1

γ_{sat} = Peso especifico saturado del suelo

γ_w = Peso específico del agua

γ = Peso especifico del suelo

Datos:

D1 =	0.00	cm
D2 =	0.00	cm
γ_{sat} =	0	Kg/cm3
γ_w =	0	Kg/cm3
γ =	0	Kg/cm3

Reemplazando:

q =	**0.00000**	**Kg/cm2**

Entonces:

qadm. final =	**1.48**	**Kg/cm2**

En el siguiente cuadro se calcula las capacidades de cargas admisibles para diferentes profundidades de fundación (Df en cm.) en relación del ancho de la zapata (B en cm).

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	**100.00**	**150.00**	**200.00**	**250.00**	**300.00**	**350.00**
100.00	1.48	1.65	1.81	1.98	2.14	2.31
150.00	1.86	2.02	2.19	2.35	2.52	2.68
200.00	2.24	2.40	2.56	2.73	2.89	3.06
250.00	2.61	2.77	2.94	3.10	3.27	3.43
300.00	2.99	3.15	3.31	3.48	3.64	3.81
350.00	3.36	3.53	3.69	3.85	4.02	4.18

OBSERVACIONES:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"
CALICATA	: C - 06 ; E - U - SUCS : CL
PROFUNDIDAD	: 0.00m. a 2.70m.

Determinacion de la capacidad de carga aplicando la teoria de **Karl Terzaghi** para cimentaciones superficiales, se tiene :

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_y$$ (Cimentación cuadrada)

Cuando este tipo de falla repentina tiene lugar en el suelo, se denomina falla por corte general.

Donde :

qad =	Capacidad portante admisible	= Kg/cm2
Ø =	Angulo de friccion interna	= Grados
. ɣ=	Peso especifico del suelo	= Kg/cm3
C =	Cohesion	= kg/cm2
Df =	Profundidad de cimentacion	= cm.
B =	Ancho de la zapata	= cm.

Nc, Nq, Ng = factores de capacidad de carga por Terzaghi

De la tabla de los factores de capacidad de carga del Cuadro 2.3 (Curso Aplicado de Cimentaciones - Jose Maria Rodriguez Ortiz):

Angulo de Fricción Ø	Nc	Nq	Nɣ
23.400	18.05	8.66	8.20

Angulo de fricción para la calicata :

Ø = 23.40

Interpolando para obtener los factores de capacidad de carga:

Nc=	18.050
Nq=	8.660
Nɣ =	8.200

Datos del suelo de fundación:

c =	0.0550	Kg/cm2	c' = 0.03666667	$c' = 2/3c$
Df=	100	cm		
B =	100	cm		
. ɣ=	0.001505	Kg/cm3	1505 Kg/m3	
N.F.=	0.000	cm		

Capacidad Ultima de Carga

Reemplazando a la formula:

qu = 3.088 **Kg/cm2**

Capacidad de Carga Admisible

Fs = factor de seguridad considerado es = 3

qadm = (kg/cm2)

$$qadm = \frac{qu}{fs}$$

qadm = 1.03 kg/cm2 **(Cimentación cuadrada)**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Corrección de capacidad admisible por presencia del nivel freatico:

$$q = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Sobrecarga Efectiva

$$q_{sat} = q_{adm} - q$$

Donde:

D1= Profundidad del nivel de agua freático

D2= Df - D1

γ_{sat} = Peso especifico saturado del suelo

γ_w = Peso específico del agua

γ = Peso especifico del suelo

Datos:

D1 =	0.00	cm
D2 =	0.00	cm
γ_{sat} =	0	Kg/cm3
γ_w =	0	Kg/cm3
γ =	0	Kg/cm3

Reemplazando:

q =	**0.00000**	**Kg/cm2**

Entonces:

qadm. final = 1.03 Kg/cm2

En el siguiente cuadro se calcula las capacidades de cargas admisibles para diferentes profundidades de fundación (Df en cm.) en relación del ancho de la zapata (B en cm).

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	**100.00**	**150.00**	**200.00**	**250.00**	**300.00**	**350.00**
100.00	1.03	1.11	1.19	1.28	1.36	1.44
150.00	1.25	1.33	1.41	1.49	1.58	1.66
200.00	1.46	1.55	1.63	1.71	1.79	1.87
250.00	1.68	1.76	1.85	1.93	2.01	2.09
300.00	1.90	1.98	2.06	2.14	2.23	2.31
350.00	2.12	2.20	2.28	2.36	2.44	2.53

OBSERVACIONES:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"
CALICATA	: C - 08 ; E - 03 - SUCS : CL
PROFUNDIDAD	: 0.90m. a 1.80m.

Determinacion de la capacidad de carga aplicando la teoria de **Karl Terzaghi** para cimentaciones superficiales, se tiene :

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_y$$ (Cimentación cuadrada)

Cuando este tipo de falla repentina tiene lugar en el suelo, se denomina falla por corte general.

Donde :

qad =	Capacidad portante admisible	= Kg/cm2
Ø =	Angulo de friccion interna	= Grados
. ɣ=	Peso especifico del suelo	= Kg/cm3
C =	Cohesion	= kg/cm2
Df =	Profundidad de cimentacion	= cm.
B =	Ancho de la zapata	= cm.

Nc, Nq, Ng = factores de capacidad de carga por Terzaghi

De la tabla de los factores de capacidad de carga del Cuadro 2.3 (Curso Aplicado de Cimentaciones - Jose Maria Rodriguez Ortiz):

Angulo de Fricción Ø	Nc	Nq	Nɣ
23.900	19.32	9.60	9.44

Angulo de fricción para la calicata :

Ø = 23.90

Interpolando para obtener los factores de capacidad de carga:

Nc=	19.320
Nq=	9.600
Nɣ =	9.440

Datos del suelo de fundación:

c =	0.0570	Kg/cm2	c' = 0.038	$c' = 2/3c$
Df=	100	cm		
B =	100	cm		
. ɣ=	0.001405	Kg/cm3	1505 Kg/m3	
N.F.=	0.000	cm		

Capacidad Ultima de Carga

Reemplazando a la formula:

qu = 3.311 **Kg/cm2**

Capacidad de Carga Admisible

Fs = factor de seguridad considerado es = 3

qadm = (kg/cm2)

$$qadm = \frac{qu}{fs}$$

qadm = 1.10 kg/cm2 **(Cimentación cuadrada)**

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Corrección de capacidad admisible por presencia del nivel freatico:

$$q = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Sobrecarga Efectiva

$$q_{sat} = q_{adm} - q$$

Donde:

D1= Profundidad del nivel de agua freático

D2= Df - D1

γ_{sat} = Peso especifico saturado del suelo

γ_w = Peso específico del agua

γ = Peso especifico del suelo

Datos:

D1 =	0.00	cm
D2 =	0.00	cm
γ_{sat} =	0	Kg/cm3
γ_w =	0	Kg/cm3
γ =	0	Kg/cm3

Reemplazando:

q =	**0.00000**	**Kg/cm2**

Entonces:

qadm. final =	**1.10**	**Kg/cm2**

En el siguiente cuadro se calcula las capacidades de cargas admisibles para diferentes profundidades de fundación (Df en cm.) en relación del ancho de la zapata (B en cm).

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	**100.00**	**150.00**	**200.00**	**250.00**	**300.00**	**350.00**
100.00	1.10	1.19	1.28	1.37	1.46	1.55
150.00	1.33	1.42	1.51	1.59	1.68	1.77
200.00	1.55	1.64	1.73	1.82	1.91	2.00
250.00	1.78	1.87	1.95	2.04	2.13	2.22
300.00	2.00	2.09	2.18	2.27	2.36	2.44
350.00	2.23	2.32	2.40	2.49	2.58	2.67

Ing JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

OBSERVACIONES:

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZÁNGARO – DEPARTAMENTO DE PUNO"
CALICATA	: C - 10 ; E - 03 - SUCS : CL
PROFUNDIDAD	: 1.50m. a 3.00m.

Determinacion de la capacidad de carga aplicando la teoria de **Karl Terzaghi** para cimentaciones superficiales, se tiene :

$$qu = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma BN_y$$ (Cimentación cuadrada)

Cuando este tipo de falla repentina tiene lugar en el suelo, se denomina falla por corte general.

Donde :

qad =	Capacidad portante admisible	= Kg/cm2
Ø =	Angulo de friccion interna	= Grados
. ɣ=	Peso especifico del suelo	= Kg/cm3
C =	Cohesion	= kg/cm2
Df =	Profundidad de cimentacion	= cm.
B =	Ancho de la zapata	= cm.

Nc, Nq, Ng = factores de capacidad de carga por Terzaghi

De la tabla de los factores de capacidad de carga del Cuadro 2.3 (Curso Aplicado de Cimentaciones - Jose Maria Rodriguez Ortiz):

Angulo de Fricción Ø	Nc	Nq	Nɣ
24.000	19.32	9.60	9.44

Angulo de fricción para la calicata :

Ø = 24.00

Interpolando para obtener los factores de capacidad de carga:

Nc=	19.320
Nq=	9.600
Nɣ =	9.440

Datos del suelo de fundación:

c =	0.0550	Kg/cm2	c' = 0.03666667	$c' = 2/3c$
Df=	100	cm		
B =	100	cm		
. ɣ=	0.001405	Kg/cm3	1505 Kg/m3	
N.F.=	0.000	cm		

Capacidad Ultima de Carga

Reemplazando a la formula:

qu = 3.261 **Kg/cm2**

Capacidad de Carga Admisible

Fs = factor de seguridad considerado es = **3**

qadm = (kg/cm2)

$$qadm = \frac{qu}{fs}$$

qadm = 1.09 kg/cm2 **(Cimentación cuadrada)**

Ing. JULIO ESQUEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Corrección de capacidad admisible por presencia del nivel freatico:

$$q = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Sobrecarga Efectiva

$$q_{sat} = q_{adm} - q$$

Donde:

D1= Profundidad del nivel de agua freático

D2= Df - D1

γ_{sat} = Peso especifico saturado del suelo

γ_w = Peso específico del agua

γ = Peso especifico del suelo

Datos:

D1 =	0.00	cm
D2 =	0.00	cm
γ_{sat} =	0	Kg/cm3
γ_w =	0	Kg/cm3
γ =	0	Kg/cm3

Reemplazando:

q =	**0.00000**	**Kg/cm2**

Entonces:

qadm. final =	**1.09**	**Kg/cm2**

En el siguiente cuadro se calcula las capacidades de cargas admisibles para diferentes profundidades de fundación (Df en cm.) en relación del ancho de la zapata (B en cm).

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)

PARA (Df=100 a 350 cm.) y (B = 100 a 350 cm.)

	ANCHO DE LA ZAPATA (cm)					
Df =(cm)	**100.00**	**150.00**	**200.00**	**250.00**	**300.00**	**350.00**
100.00	1.09	1.18	1.26	1.35	1.44	1.53
150.00	1.31	1.40	1.49	1.58	1.67	1.75
200.00	1.54	1.62	1.71	1.80	1.89	1.98
250.00	1.76	1.85	1.94	2.03	2.11	2.20
300.00	1.99	2.07	2.16	2.25	2.34	2.43
350.00	2.21	2.30	2.39	2.48	2.56	2.65

Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

OBSERVACIONES:

ANEXO N° 04

PERFIL ESTRATIGRAFICO

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 01 0.00 a 2.50 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 01 0.00 a 2.50 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1.20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.50 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad..	100.00	99.99	99.51	97.52	18.87	32.33	23.43	8.90	ML	A-4 (8)
- 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	21.21	32.83	22.97	9.86	CL	A-4 (8)
- 2.60 - 2.70 - 2.80 - 2.90 - 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 02 0.00 a 2.70 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 02 0.00 a 2.70 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1.20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.70 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60		Estrato conformado por Gravas con finos limosas, grava mal graduado muy limoso mezclas grava-arena-arcilla.	60.26	51.44	46.01	40.60	9.31	29.93	25.42	4.51	GM	A-4 (1)
- 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	27.59	32.71	23.28	9.43	CL	A-4 (8)
- 2.80 - 2.90 - 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 03 0.00 a 2.70 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA N°	: CALICATA N° 03 0.00 a 2.70 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1.20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.70 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.92	99.39	94.89	18.52	31.31	23.62	7.69	ML	A-4 (8)
- 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	27.19	31.58	23.00	8.58	CL	A-4 (8)
- 2.80 - 2.90 - 3.00												

Observaciones:

ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 04 0.00 a 2.70 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA N°	: CALICATA N° 04 0.00 a 2.70 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1,20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.70 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.29	95.10	82.39	19.58	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (8)
- 0.80 - 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	98.70	95.5	80.84	46.33	15.44	19.70	15.88	3.82	SM	A-4 (2)
- 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	98.96	96.51	25.59	32.07	22.52	9.55	CL	A-4 (8)
- 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70		Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	90.13	71.8	41.54	28.04	15.38	27.81	20.77	7.04	SC	A-2-4 (0)
- 2.80 - 2.90 - 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 05 0.00 a 2.80 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 05 0.00 a 2.80 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1.20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.80 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	98.05	95.54	70.73	18.34	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (7)
- 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	99.45	95.1	64.08	32.49	10.34	0.00	0.00	0.00	SM	A-2-4 (0)
- 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.9	99.70	96.68	24.61	32.67	23.31	9.36	CL	A-4 (8)
- 2.60 - 2.70 - 2.80		Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	86.72	64.1	36.05	23.94	12.78	27.29	19.79	7.50	SC	A-2-4 (0)
- 2.90 - 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	14/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 06 0.00 a 2.70 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 06 0.00 a 2.70 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1,20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.70 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.82	96.32	22.14	31.40	22.00	9.40	CL	A-4 (8)
- 0.20												
- 0.30												
- 0.40												
- 0.50												
- 0.60												
- 0.70												
- 0.80												
- 0.90												
- 1.00												
- 1.10												
- 1.20												
- 1.30												
- 1.40												
- 1.50												
- 1.60												
- 1.70												
- 1.80												
- 1.90												
- 2.00												
- 2.10												
- 2.20												
- 2.30												
- 2.40												
- 2.50												
- 2.60												
- 2.70												
- 2.80												
- 2.90												
- 3.00												

Observaciones:

Ing. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	30/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 07 0.00 a 2.60 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 07 0.00 a 2.60 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1.20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.60 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS									
			% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	93.15	90.54	89.02	79.82	19.05	28.55	21.96	6.59	ML-CL	A-4 (8)
- 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	95.99	90.0	71.24	34.75	14.45	19.96	15.58	4.38	SM-SC	A-2-4 (0)
- 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.89	99.53	25.79	31.59	22.08	9.51	CL	A-4 (8)
- 2.70 - 2.80 - 2.90 - 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA EN LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: DIST. DE TIRAPATA, PROV. DE AZANGARO, DEP. PUNO
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA N° 08 0.00 a 2.80 m
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA	:	30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.	:	
ING. RESPONS.	:	J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	:	0
TECNICO	:	L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 08 0.00 a 2.80 m
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA
PROGRESIVA	:
LADO	:
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ANCHO	: 0.70 m.
LARGO	: 1.20 M.
PROFUNDIDAD	: 2.80 M.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	98.08	81.78	68.97	50.03	9.89	23.02	18.47	4.55	ML-CL	A-4 (3)
- 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	96.08	83.7	60.89	39.54	12.04	19.39	14.81	4.58	SM-SC	A-4 (1)
- 1.00 - 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70 - 2.80		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.87	98.05	28.82	31.84	22.89	8.95	CL	A-4 (8)
- 2.90 - 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"	**FECHA** :	30/07/2022
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE	**ING. JEFE ROYECTO.** :	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA	**ING. RESPONS.** :	J.E.A.
MUESTRA	: CALICATA N° 09 0.00 a 2.90 m	**ASIST. GEOTECNIA.** :	0
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	**TECNICO** :	L.A.E.P.

CALICATA N°	: CALICATA N° 09 0.00 a 2.90 m	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**	
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA	ANCHO	: 0.70 m.
PROGRESIVA	:	LARGO	: 1.20 M.
LADO	:	PROFUNDIDAD	: 2.90 M.
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA		

PROF.	SIMB.	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS										
		DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS				HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
			4	10	40	200						
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.80	97.39	83.29	5.26	28.34	21.66	6.68	ML-CL	A-4 (8)
- 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00 - 1.10 - 1.20		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	91.90	77.4	57.71	43.58	11.73	26.39	20.96	5.43	SM-SC	A-4 (2)
- 1.30 - 1.40 - 1.50 - 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70 - 2.80 - 2.90		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	100.00	99.97	99.57	25.79	32.16	22.86	9.30	CL	A-4 (8)
- 3.00												

Observaciones:

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

REGISTRO DE CALICATAS

TESIS	: "CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA PROVINCIA DE AZÁNGARO - DEPARTAMENTO DE PUNO"
SOLICITANTE	: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TIRAPATA
MUESTRA	: CALICATA N° 10 0.00 a 3.00 m
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA

FECHA	: 30/07/2022
ING. JEFE ROYECTO.	:
ING. RESPONS.	: J.E.A.
ASIST. GEOTECNIA.	: 0
TECNICO	: L.A.E.P.

CALICATA Nº	: CALICATA N° 10 0.00 a 3.00 m
SECTOR	: I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA - TIRAPATA
PROGRESIVA	:
LADO	:
MUESTRA DE	: CALICATA ALTERADA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ANCHO	: 0.70 m.
LARGO	: 1,20 M.
PROFUNDIDAD	: 3.00 M.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

PROF.	SIMB.	DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
- 0.10 - 0.20 - 0.30 - 0.40 - 0.50 - 0.60 - 0.70 - 0.80 - 0.90 - 1.00		Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.92	98.55	94.01	17.47	29.98	23.81	6.17	ML	A-4 (8)
- 1.10 - 1.20 - 1.30 - 1.40 - 1.50		Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	93.01	81.2	53.28	27.48	9.59	19.40	15.14	4.26	SM-SC	A-2-4 (0)
- 1.60 - 1.70 - 1.80 - 1.90 - 2.00 - 2.10 - 2.20 - 2.30 - 2.40 - 2.50 - 2.60 - 2.70 - 2.80 - 2.90 - 3.00		Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	92.39	85.71	23.46	32.30	22.83	9.47	CL	A-4 (8)

Observaciones:

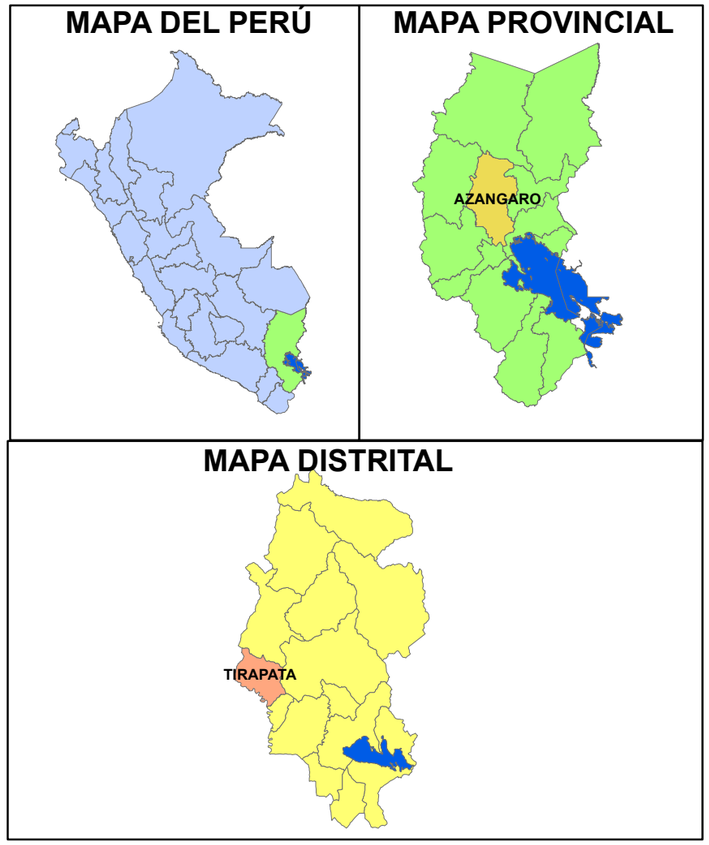
Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

ANEXO N° 05

MAPAS

"MAPA DE UBICACIÓN"

UBICACIÓN POLITICA

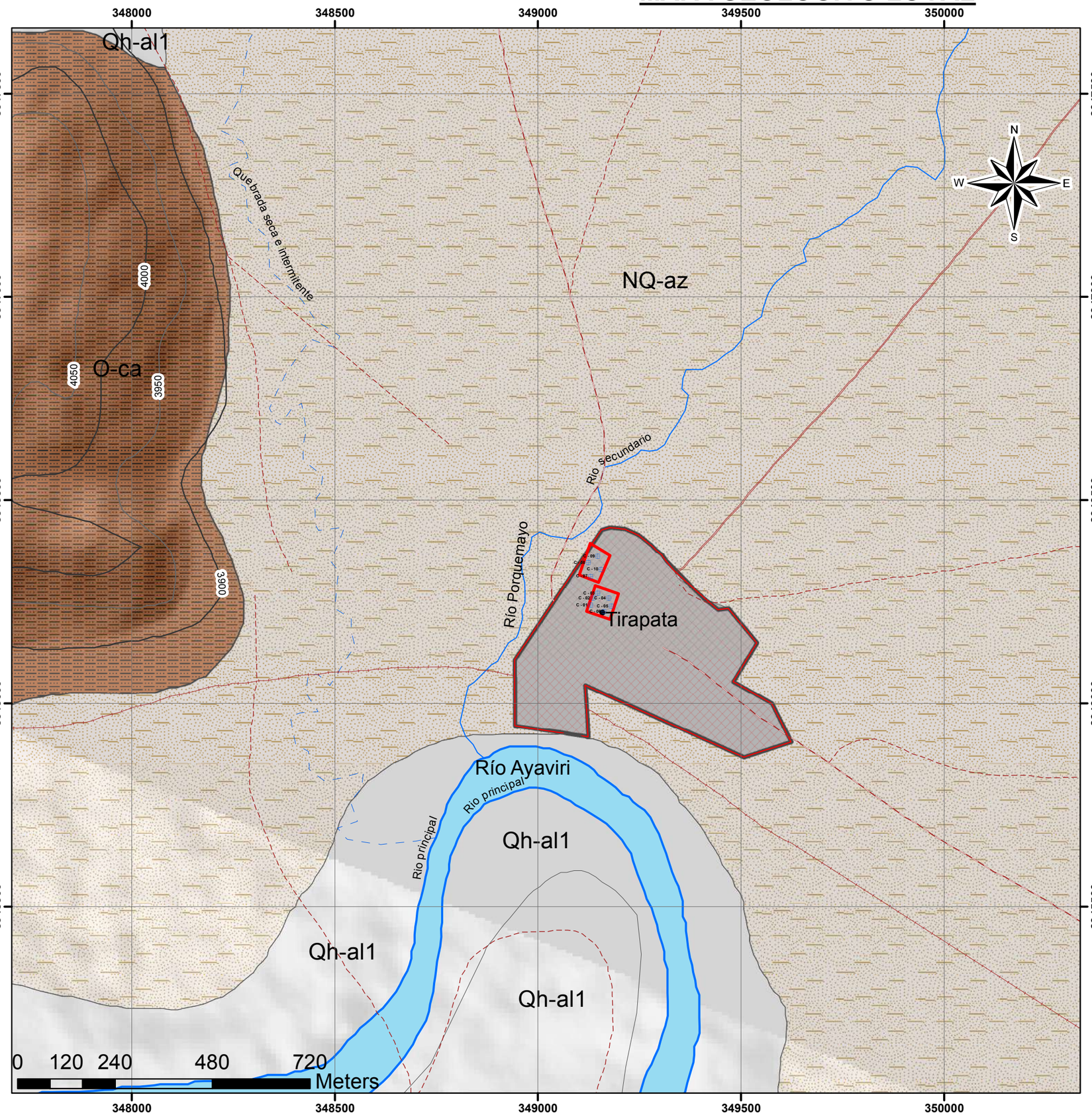


LEYENDA

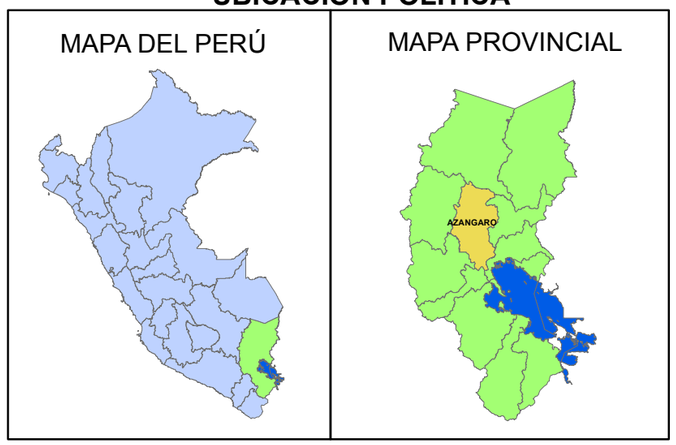
- AREA DE TRABAJO
- CALICATAS

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALIPLANO DE PUNO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA			
TESIS:	"CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZANGARO, DEPARTAMENTO DE PUNO"			
PLANO:	MAPA DE UBICACIÓN			
UBICACIÓN	ELABORADO POR: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			LAMINA
DISTRITO : TIRAPATA	REVISADO POR: M.Sc. LEONEL PALOMINO ASCENCIO			01
PROVINCIA: AZANGARO	DATUM: WGS84 – 19S	ESCALA : 1:1000	FECHA: 28/10/2022	
REGION : PUNO				

MAPA GEOLOGICO LOCAL



UBICACIÓN POLITICA



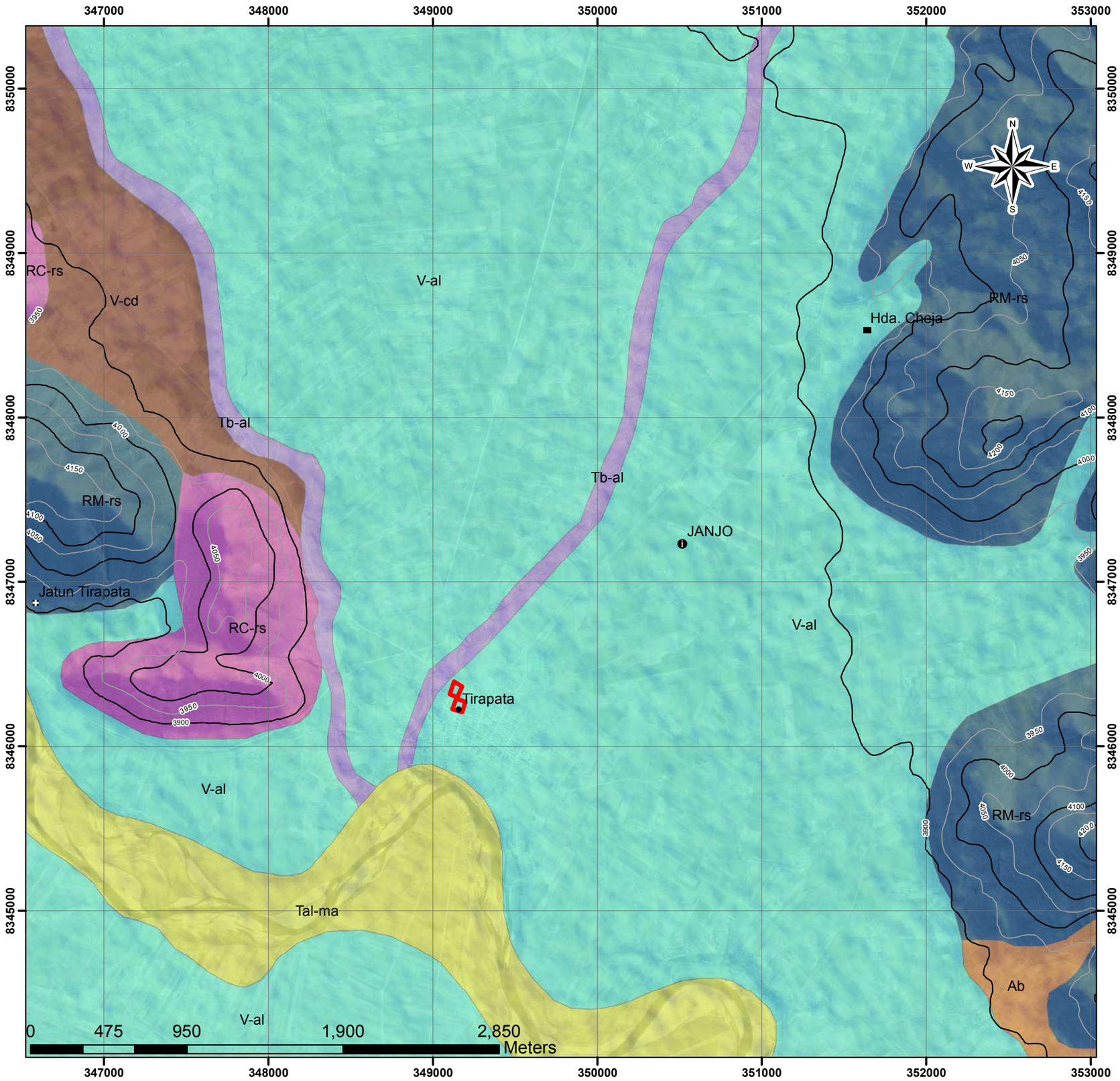
ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS			DESCRIPCIÓN
PLEISTOCENO	CUATERNARIO	Holoceno	Depósitos aluviales	Qh – al 1		Gravas y arenas mal seleccionados en matriz limoarenosas con arcillas.
	NEOGENO	Plioceno	Formación. Azángaro	NQ - az		Limo – arcillas, con intercalaciones de arenas y arcillas de coloración beige claro, oscuro a gris.
PALEOZOICA	ORDOVICICO		Formación Calapuja	O - ca		Lutitas arenosas con intercalaciones de areniscas de grano fino y limonitas de coloración pardo a beige muy alterados.

LEYENDA

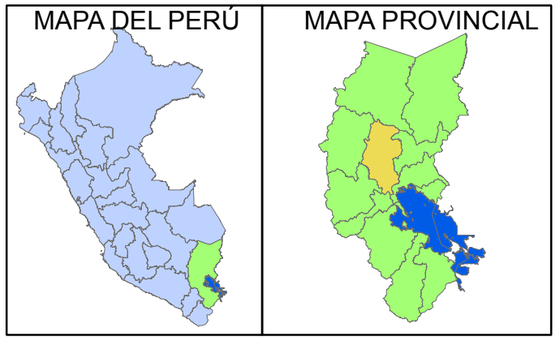
- Area de trabajo
- Curva maestra
- Curva secundaria
- Quebrada seca e intermitente
- Rio principal
- Rio secundario
- Vía principal
- Trocha carrozable

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALIPLANO DE PUNO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
TESIS:	"CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZANGARO, DEPARTAMENTO DE PUNO"		
PLANO:	MAPA GEOLOGICO LOCAL		
UBICACIÓN	ELABORADO POR: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE		LAMINA
DISTRITO : TIRAPATA	REVISADO POR: M.Sc. LEONEL PALOMINO ASCENCIO		02
PROVINCIA: AZANGARO	DATUM: WGS84 – 19S	ESCALA : 1:10000	FECHA: 28/10/2022
REGION : PUNO			

MAPA GEOMORFOLOGICO



UBICACIÓN POLITICA



LEYENDA

- Area de trabajo
- Curva maestra
- Curva secundaria
- Distrito de Tirapata
- Nombre del area

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

- Ab Abanico de pie de monte
- RC-rs Colina en roca sedimentaria
- RM-rs Montaña en roca sedimentaria
- Tal-ma Terraza aluvial con meandros
- Tb-al Terraza baja aluvial
- V-al Vertiente o pendiente aluvial
- V-cd Vertiente o pendiente coluvio-aluvial

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALIPLANO DE PUNO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA			
TESIS:	"CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZANGARO, DEPARTAMENTO DE PUNO"			
PLANO:	MAPA GEOMORFOLOGICO			
UBICACIÓN	ELABORADO POR: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE			LAMINA
DISTRITO : TIRAPATA	REVISADO POR: M.Sc. LEONEL PALOMINO ASCENCIO			03
PROVINCIA: AZANGARO	DATUM:	ESCALA :	FECHA:	
REGION : PUNO	WGS84 – 19S	1:25000	28/10/2022	

"MAPA GEOTECNICO"

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	98.08	81.76	68.97	50.03	9.89	23.02	18.47	4.55	ML-CL	A-4 (3)
Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	96.08	83.7	60.69	39.54	12.04	19.39	14.81	4.58	SM-SC	A-4 (1)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.87	98.05	28.82	31.84	22.89	8.95	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.80	97.39	83.29	5.26	28.34	21.66	6.68	ML-CL	A-4 (8)
Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	91.90	77.4	57.71	43.58	11.73	26.39	20.96	5.43	SM-SC	A-4 (2)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	100.00	99.97	99.57	25.79	32.16	22.86	9.30	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.92	98.55	94.01	17.47	29.98	23.81	6.17	ML	A-4 (8)
Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	93.01	81.2	53.28	27.48	9.59	19.40	15.14	4.26	SM-SC	A-2-4 (0)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	92.39	85.71	23.46	32.30	22.83	9.47	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.92	99.39	94.89	18.52	31.31	23.62	7.69	ML	A-4 (8)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	27.19	31.58	23.00	8.58	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad y Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	93.15	90.54	89.02	79.82	19.05	28.55	21.96	6.59	ML-CL	A-4 (8)
Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo y Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	95.89	90.0	71.24	34.75	14.45	19.96	15.58	4.38	SM-SC	A-2-4 (0)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.89	99.53	25.79	31.59	22.08	9.51	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Gravas con finos limosas, grava mal graduado muy limoso mezclas grava-arena-arcilla.	60.26	51.44	46.01	40.60	9.31	29.93	25.42	4.51	GM	A-4 (1)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	27.59	32.71	23.28	9.43	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.29	95.10	82.39	19.58	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (8)
Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	98.70	95.5	80.84	46.33	15.44	19.70	15.88	3.82	SM	A-4 (2)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.96	96.51	25.59	32.07	22.52	9.55	CL	A-4 (8)
Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	90.13	71.8	41.54	28.04	15.38	27.81	20.77	7.04	SC	A-2-4 (0)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	99.99	99.51	97.52	18.87	32.33	23.43	8.90	ML	A-4 (8)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.8	96.22	80.95	21.21	32.83	22.97	9.86	CL	A-4 (8)

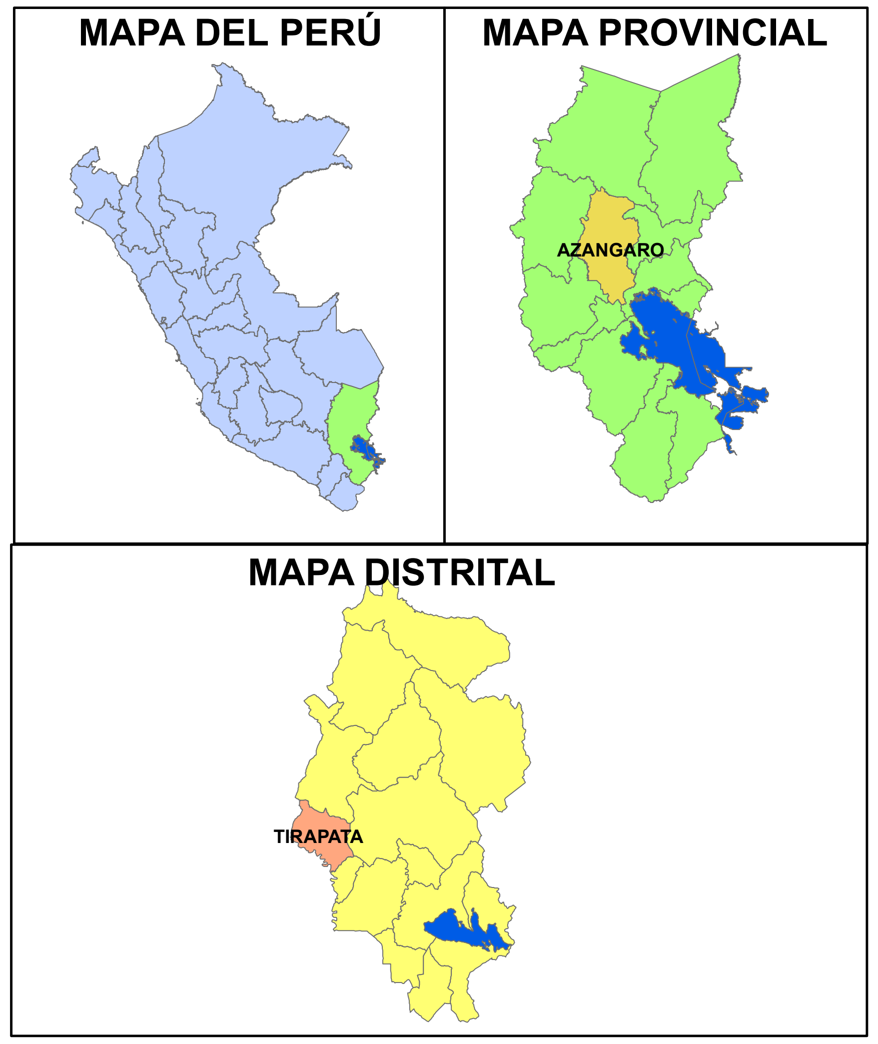
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.98	99.82	96.32	22.14	31.40	22.00	9.40	CL	A-4 (8)

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

DESCRIPCIÓN	% QUE PASA Nº DE MALLAS 4	10	40	200	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASTHO
Estrato conformado por Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	100.00	98.05	95.54	78.73	18.34	30.97	24.60	6.37	ML	A-4 (7)
Estrato conformado por Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	99.45	95.1	64.08	32.49	10.34	0.00	0.00	0.00	SM	A-2-4 (0)
Estrato conformado por Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.	100.00	99.9	99.70	96.66	24.61	32.67	23.31	9.36	CL	A-4 (8)
Estrato conformado por Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	86.72	64.1	36.06	23.94	12.78	27.29	19.79	7.50	SC	A-2-4 (0)

UBICACIÓN POLITICA



LEYENDA

- AREA DE TRABAJO
- CALICATAS

Calicata	Profundidad (m)	ESTE	NORTE	Cota
C – 01	2.50	349 130	8 346 242	3891
C – 02	2.70	349 136	8 346 259	3892
C – 03	2.70	349 148	8 346 271	3892
C – 04	2.70	349 175	8 346 259	3892
C – 05	2.80	349 181	8 346 240	3891
C – 06	2.70	349 163	8 346 226	3891
C – 07	2.60	349 130	8 346 313	3891
C – 08	2.80	349 124	8 346 347	3890
C – 09	2.90	349 148	8 346 363	3891
C – 10	3.00	349 156	8 346 330	3892

Calicata	Muestra	Prof.(m)	SUCS Espécimen	Parámetros de Resistencia c (kPa)	ø (°)
CALICATA 02	M-02	0.60 – 2.70	CL	0.56	23.2
CALICATA 04	M-04	2.30 – 2.70	SC	0.40	26.1
CALICATA 05	M-04	2.50 – 2.80	SC	0.39	26.5
CALICATA 06	M-U	0.00 – 2.70	CL	0.55	23.4
CALICATA 08	M-03	0.90 – 2.80	CL	0.57	23.9
CALICATA 10	M-03	1.50 – 3.00	CL	0.55	24.0

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA I.E.P. N° 72026 PEDRO VILCAPAZA DEL DISTRITO DE TIRAPATA, PROVINCIA DE AZANGARO, DEPARTAMENTO DE PUNO"

PLANO: MAPA GEOTECNICO

UBICACIÓN
DISTRITO : TIRAPATA
PROVINCIA: AZANGARO
REGION : PUNO

ELABORADO POR: BACH. YEM ROGER RAMOS CANAHUIRE
REVISADO POR: M.Sc. LEONEL PALOMINO ASCENCIO
DATUM: WGS84 – 19S
ESCALA : 1:1000
FECHA: 28/10/2022
LAMINA: 04