



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE
CORTE DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA
LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL –
PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES: BACH. KELLYNN MARLO SALAZAR
BACH. JHOJAN ROY PEÑA AREVALO

ASESOR : M.SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

SAN MARTÍN – PERÚ
2021

DEDICATORIA

A Dios por rodearme de un infinito amor, a mis padres por cuidar de mí y apoyarme siempre, a mis hermanos por ser un pilar de apoyo, a mis amigos y compañeros por caminar junto a mí en este largo viaje de cumplir mis sueños. Los amo.

Kellynn Marlo Salazar

A mis padres porque sin el apoyo incondicional de ellos no hubiera logrado hoy en día las metas que me propuse hace un tiempo atrás cumplirlas.

Jhojan Roy Peña Arevalo

AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinito amor, protección y habernos permitido cumplir nuestros sueños uno a uno, gracias a él podemos decir “HASTA AQUÍ NOS AYUDÓ JEHOVÁ”.

A nuestros padres por su inmenso apoyo, por habernos permitido soñar, vivir sin arrepentimientos, por habernos acompañado en todo momento de nuestras vidas y enseñarnos a NO MIRAR ATRÁS Y DAR TODO DE NOSOTROS.

A nuestros hermanos, familiares, compañeros y amigos que formaron parte de nuestro camino hacia nuestros sueños.

A nuestra alma mater la Universidad Científica del Perú y docentes por albergarnos durante estos años formándonos y moldeándonos como excelentes profesionales y personas.

A nuestro Asesor, el M.Sc. Ing° Ulises Octavio Irigoin Cabrera por guiarnos en este estudio de investigación, por sus consejos, por sus aportaciones y por todo su tiempo y paciencia hacia nosotros.

A todos los mencionados, gracias, todo lo bueno que tenemos es gracias a las huellas que nos dejaron en nuestras almas, esto es para ustedes.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**"ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE
DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE
NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021"**

De los alumnos: **KELLYNN MARLO SALAZAR Y JHOJAN ROY PEÑA AREVALO**,
de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión
por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **7% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 16 de junio del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CJRA/rf-a
178-2021

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

Con Resolución Decanal N° 391 -2021- UCP - FCEI del 02 de julio de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc. | Miembro |

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 16:00 pm, del día viernes 09 de julio de 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la secretaria Académica de la Facultad y el director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

"ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021"

Presentado por las sustentantes:

KELLYNN MARLO SALAZAR y JHOJAN ROY PEÑA AREVALO

Asesora: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M.Sc.

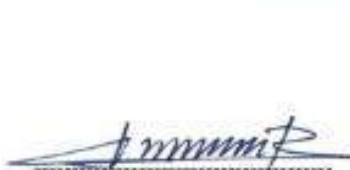
Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: Absueltas

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: Aprobado por Unanimidad (16) diesiceis

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Miembro



Presidente



Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12

Contáctanos:

Iquitos – Perú
005 - 26 1088 / 005 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 38 5638 / 42 – 38 5640
Leoncio Prado 1070 / Martínez de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

APROBACIÓN

Trabajo de suficiencia profesional en acto público el día 09 de julio a la 4:00 p.m. del
2021



M.Sc.ING. JOEL PADILLA MALDONADO
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc.ING. CALEB RIOS VARGAS
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc.ING. ANDRES PINEDO DELGADO
MIEMBRO DEL JURADO

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	7
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS	11
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	12
ÍNDICE DE FOTOS	14
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	17
ABSTRACT	18
I. MARCO TEÓRICO	19
1.1. Antecedentes del estudio	19
1.2. Bases teóricas	21
1.2.1. Mecánica de suelos.....	21
1.2.2. Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos granulares.....	21
1.2.3. Capacidad de carga admisible	21
1.2.4. Capacidad portante.....	22
1.2.5. Prueba de corte directo	22
1.2.5.1. Características del corte directo	24
1.2.5.2. Muestreo de suelos inalterados (Superficiales)	24
1.2.6. Fórmula de Terzaghi	25
1.2.7. Métodos empíricos para determinar la resistencia del terreno .	27
1.2.8. Método empírico de la barra: Determinación empírica del “qa”	27
1.3. Definición de términos básicos	29
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31

2.1.	Descripción del problema	31
2.2.	Formulación del Problema.....	32
2.2.1.	Problema General	32
2.2.2.	Formulación de problemas específicos	32
2.3.	Objetivos.....	33
2.3.1.	Objetivo general.	33
2.3.2.	Objetivos específicos.	33
2.4.	Variables.....	33
2.4.1.	Identificación de las variables	33
2.4.1.1.	Variable independiente	33
2.4.1.2.	Variable dependiente	34
2.4.2.	Operacionalización de las variables	34
III.	METODOLOGÍA	34
3.1.	Tipo de investigación.....	34
3.2.	Diseño de investigación.....	34
3.3.	Población y muestra	35
3.3.1.	Población.	35
3.3.2.	Muestra.	35
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	35
3.4.1.	Técnica de recolección de datos.....	35
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.3.	Procesamiento	35
3.4.3.1.	Corte directo	35
	• Materiales y Equipo.	35
	• Proceso	40
3.4.3.2.	Método empírico de la barra	41

• Equipo	41
• Proceso	43
IV. RESULTADOS	44
4.1. Ubicación del Trabajo de Investigación	44
4.1.1. Nombre del Trabajo de Investigación	44
4.1.2. Ubicación Política.....	44
4.1.3. Ubicación del terreno de estudio	45
4.2. Toma de muestra para el método de corte directo	47
4.2.1. Materiales, equipo y herramientas	47
4.2.2. Proceso	49
4.3. Ensayo de corte directo	53
4.4. Ensayo empírico de la barra.....	58
4.5. Cálculos con los datos obtenidos en campo y laboratorio	60
4.5.1. Cálculos del método de corte directo	60
4.5.2. Cálculos del método empírico de la barra	78
4.5.3. Comparación de resultados entre método de corte directo y el método empírico de la barra (ancho de zapata de 1 m.)	82
4.5.4. Comparación de resultados entre método de corte directo y el método empírico de la barra (cimiento corrido de 0.60m de ancho) .	83
V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
5.1. Discusiones	84
5.2. Conclusiones	85
5.3. Recomendaciones.....	88
5.3.1. Método empírico de la barra	88
5.3.2. Método de corte directo.....	89
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	92

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	93
ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	100

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla 01: Ángulo de Fricción de distintos tipos de Suelos	30
Tabla 02: Operacionalización de las variables.....	34
Tabla 03: Accesos desde la ciudad de Tarapoto	46
Tabla 04: Cálculo de capacidad admisible por formula de Terzaghi de C-01.....	65
Tabla 05: Cálculo de capacidad admisible por formula de Terzaghi de C-02.....	71
Tabla 06: Cálculo de capacidad admisible por formula de Terzaghi de C-03.....	77
Tabla 07: Comparación de los Qadm entre los 2 métodos	82
Tabla 08: Porcentaje de aproximación del método empírico de la barra frente al método certificado del corte directo	82
Tabla 09: Qadm promedio entre las tres calicatas.....	83
Tabla 10: Porcentaje de aproximación entre qadm promedio entre las tres calicatas.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Ilustración 1: Esquema básico del aparato de corte directo.....	23
Ilustración 2: Representación Gráfica de la Ecuación de Coulomb	23
Ilustración 3: Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).	25
Ilustración 4: Factores de carga para las ecuaciones de Terzaghi	26
Ilustración 5: Cálculo de la capacidad admisible del suelo mediante el método de la barra.....	28
Ilustración 6: Dispositivo de Corte.....	36
Ilustración 7: Caja de Corte	37
Ilustración 8: Piedras Porosas	37
Ilustración 9: Dispositivo para medir la fuerza de corte.....	38
Ilustración 10: Base de la caja de corte	38
Ilustración 11: Anillo de corte o de tallado	38
Ilustración 12: Balanza.....	39
Ilustración 13: Equipo para compactar espécimen	39
Ilustración 14: Equipos Misceláneos.....	39
Ilustración 15: Barra de metal	41
Ilustración 16: Wincha de mano.....	41
Ilustración 17: Pico.....	41
Ilustración 18: Palana	42
Ilustración 19: Clavos.....	42
Ilustración 20: Hilo	42
Ilustración 21: Marcador	43
Ilustración 22: Ruta hacia el terreno de estudio	46
Ilustración 23: Coordenadas del terreno de estudio.....	46
Ilustración 24: Pico.....	47
Ilustración 25: Palana	47
Ilustración 26: Recipiente metálico cilíndrico	47
Ilustración 27: Marcador o corrector	48
Ilustración 28: Yeso	48
Ilustración 29: Film.....	48

Ilustración 30: Comba	48
Ilustración 31: Hoja de recolección de datos de corte directo	93
Ilustración 32: Hoja de recolección de datos de corte directo de la calicata N° 01	94
Ilustración 33: Hoja de recolección de datos de corte directo de la calicata N° 02	95
Ilustración 34: Hoja de recolección de datos de corte directo de la calicata N° 03	96
Ilustración 35: Hoja de recolección de datos del Método de la barra C-1	97
Ilustración 36: Hoja de recolección de datos del Método de la barra C-2	98
Ilustración 37: Hoja de recolección de datos del Método de la barra C-3	99

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Trazo de calicatas.....	49
Foto 2: Excavación de calicatas.....	49
Foto 3: Extracción de muestras	50
Foto 4: Presión del molde contra el suelo hacia abajo con la ayuda de la comba	50
Foto 5: Colocación de mezcla de yeso en parte superior del molde.....	51
Foto 6: Extracción de muestra	51
Foto 7: Protección de parte inferior de muestra con film.....	52
Foto 8: Muestra lista para laboratorio	52
Foto 9: Extracción de muestra.	53
Foto 10: Ejerciendo presión al molde.....	53
Foto 11: Colocación de mezcla de yeso como protección.	54
Foto 12: Extracción de la muestra.	54
Foto 13: Colocación de film para proteger la muestra.	55
Foto 14: Extracción de la muestra del molde.....	55
Foto 15: Colocación de la muestra en el anillo de corte.	56
Foto 16: Enrase de la muestra.....	56
Foto 17: Colocación de la muestra en la caja de corte.	57
Foto 18: Colocación de la caja de corte en la máquina de corte directo. .	57
Foto 19: Mostrando muestra después del ensayo.	58
Foto 20: Toma de medición de altura del fondo de calicata a la punta de la barra	58
Foto 21: Ensayo del método de la barra	59
Foto 22: Toma de medida de la profundidad de perforación de la barra en el suelo	59
Foto 23: Medición de 1 m de altura desde el fondo de calicata y colocación del hilo con clavos para calicata C-01.....	100
Foto 24: Caída de la barra por efecto de gravedad con la punta hacia abajo desde la altura indicada por el hilo en C-01	100
Foto 25: Medición de la profundidad de perforación de la barra en el suelo en C-01	101

Foto 26: Medición de 1 m desde el fondo de calicata y colocación del hilo con clavos para C-02	101
Foto 27: Caída de la barra por efecto de gravedad con la punta hacia abajo desde la altura del hilo en C-02.....	102
Foto 28: Medición de la profundidad de perforación de la barra en el suelo en C-02	102
Foto 29: Medición de 1 m desde el fondo de calicata y colocación del hilo con clavos en C-03	103
Foto 30: Caída de la barra por efecto de gravedad con la punta hacia abajo desde la altura del hilo en C-03.....	103
Foto 31: Medición de la profundidad de perforación de la barra en el suelo en C-03	104
Foto 32: Colocación de molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del corte directo en C-01.....	104
Foto 33: Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra en C-01	105
Foto 34: Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar en C-01	105
Foto 35: Retiro del molde con la muestra en C-01.....	106
Foto 36: Protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere (C-01)	106
Foto 37: Muestra lista para ser trasladada al laboratorio (C-01)	107
Foto 38: Extrayendo la muestra del molde en el laboratorio (C-01).....	107
Foto 39: División de la muestra obtenida en 3 bloques para ser colocada en el anillo de corte	108
Foto 40: Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola (C-01)	108
Foto 41: Muestra ya pesada colocada en la caja de corte (C-01).....	109
Foto 42: Colocación de la caja de corte con la muestra en la máquina del corte directo (C-01)	109
Foto 43: Muestra extraída después del ensayo de corte directo (C-01)	110

Foto 44: Colocación de molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del corte directo (C-02)	110
Foto 45: Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra en C-02	111
Foto 46: Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar en C-02	111
Foto 47: Retiro del molde con la muestra en C-02.....	112
Foto 48: Protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere (C-02)	112
Foto 49: Muestra lista para ser trasladada al laboratorio (C-02).....	113
Foto 50: Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola (C-02)	113
Foto 51: Muestra ya pesada colocada en la caja de corte (C-02).....	114
Foto 52: Muestra extraída después del ensayo de corte directo (C-02)	114
Foto 53: Colocación de molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del corte directo (C-03)	115
Foto 54: Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra en C-03	115
Foto 55: Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar en C-03	116
Foto 56: Retiro del molde con la muestra en C-03.....	116
Foto 57: Protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere (C-03)	117
Foto 58: Muestra lista para ser trasladada al laboratorio (C-03).....	117
Foto 59: Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola (C-03)	118
Foto 60: Muestra ya pesada colocada en la caja de corte (C-03).....	118
Foto 61: Muestra extraída después del ensayo de corte directo (C-03)	119

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo principal determinar la relación existente entre resultados de la capacidad portante del suelo de fundación, obtenidos a través del “ensayo de corte directo” y el “método de la barra”. Se realizaron tres (03) calicatas de 1.50 m de profundidad desde el terreno natural, en un lote ubicado en la Av. Aguajal Cd. 12 M 53 lote 11-Naranjos, de suelo tipo CL según la clasificación de SUCS, efectuándose 5 ensayos del “método de la barra” y 1 ensayo de corte directo por cada calicata.

Los resultados para el “método de la barra” se obtuvieron aplicando las fórmulas $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h}\right)$ y $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$. A la luz de los resultados, se concluye que la aplicación de la fórmula 1 para el método de empírico de la barra arroja valores más consistentes que se aproximan a los valores de q_{adm} determinado por el ensayo de corte directo, existiendo una diferencia por defecto entre el resultado del método de la barra y el ensayo de corte directo, para una zapata con un ancho de 1 m es de 1.21 % para la calicata N° 02 y de 8.37 % para la calicata N° 01 y 22.96 % para la calicata N°03; siendo los resultados más próximos según la densidad seca menor.

El método empírico de la barra puede ser usado para un cimiento corrido de 60 cm de ancho, que es ahí donde se asemeja más al de corte directo, existiendo una diferencia por defecto entre el resultado del método de la barra y el ensayo de corte directo de 1.12 % para la calicata N° 02 y de 7.36 % para la calicata N° 01 y 21.2 % para la calicata N° 03. Llegando a observar que los resultados varían bastante en la calicata N° 03 debido a que tuvo un porcentaje de canto rodado.

Palabras claves: Capacidad admisible, capacidad portante, método empírico de la barra, corte directo.

ABSTRACT

The main objective of this research project was to determine the relationship between the results of the bearing capacity of the foundation soil, obtained through the "direct shear test" and the "bar method". Three (03) test pits of 1.50 m depth were made from the natural ground, in a lot located at Av. Aguajal Cd. 12 M 53 lot 11-Naranjos, of soil type CL according to the SUCS classification, performing 5 tests of the "bar method" and 1 direct shear test for each test pit.

The results for the "bar method" were obtained by applying the formulas $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h}\right)$ y $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$. In light of the results, it is concluded that the application of formula 1 for the empirical bar method yields more consistent values that are closer to the values of q_{adm} determined by the direct shear test, there being a default difference between the result of the bar method and the direct shear test, for a footing with a width of 1 m is 1. 21 % for test pit N° 02 and 8.37 % for test pit N° 01 and 22.96 % for test pit N° 03; the results being closer according to the lower dry density.

The empirical bar method can be used for a 60 cm wide strip foundation, which is where it is more similar to the direct cut method, with a default difference between the results of the bar method and the direct cut test of 1.12 % for test pit N° 02 and 7.36 % for test pit N° 01 and 21.2 % for test pit N° 03. It can be seen that the results vary considerably in test pit N° 03 due to the fact that it had some boulder.

Key words: Allowable capacity, bearing capacity, empirical bar method, direct shear.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio

Los inicios sobre la investigación de la capacidad portante de los suelos se dieron en el año 1920 a través de una solución para un problema de cimentación sobre un terreno arcilloso. Años después, Terzaghi en 1943 propuso una fórmula para determinar la carga máxima o última que puede llegar a soportar el suelo.

El crecimiento de las construcciones en el siglo XX, exigió un mayor conocimiento tanto en las características como propiedades del suelo para conocer mejor su capacidad portante. Sin embargo, esto no significó que a la hora de ejecutar un proyecto se realicen los ensayos de estudios de suelos, ya que hasta la actualidad la gran mayoría de individuos realizan la autoconstrucción en sus edificaciones.

Crespo (6), en su libro de “Mecánica de suelos y cimentaciones”, comenta que la aparición de mecánica de suelos como tal, y las investigaciones posteriores hasta nuestros días ayudaron fuertemente al mejoramiento de los métodos empíricos existentes en el pasado. Sin embargo, la metodología actual no establece una condición única para la solución de problemas diversos en las cimentaciones, pero sí, proporciona las herramientas básicas para que el ing. de buen criterio y adecuado juicio pueda realizar su trabajo eficientemente.

Antes de ejecutar cualquier proyecto se procede a realizar una serie de estudios y análisis a la zona donde se construirá con el fin de conocer la resistencia del terreno para que de esa manera se pueda elegir el mejor método para dicha obra.

La capacidad portante de los suelos es la máxima presión que se ejerce al contacto entre el terreno de fundación y las cimentaciones. Existen varios métodos para determinar la capacidad de carga admisible; el ensayo de corte directo es uno de los más conocidos debido a que puede realizarse sobre todos los tipos de suelos.

Espinoza (3), en su trabajo de tesis “Parámetros para el cálculo y el diseño de estructuras tipo invernadero y comparación con estructuras metálicas convencionales”, menciona que para determinar la capacidad portante de un suelo, se parte desde los ensayos triaxiales, pasando por tablas obtenidas de la experiencia, en donde se determinan presuntas cargas unitarias admisibles, hasta llegar a la prueba de la barra, muy utilizado por los constructores de invernaderos, que si bien es cierto es empírico, ha dado buenos resultados.

El método empírico de la barra no está normado por la Norma Técnica Peruana (NTP 339.159:2001 SUELOS); sin embargo, es utilizado frecuentemente en varios lugares donde no existe la presencia de laboratorios de estudios de suelos. Se desconocen sus orígenes al igual que su creador, pero existe bibliografía escrita e internet que indican cómo realizar correctamente el ensayo.

El Ing. Ignacio Dávila Rojas de la Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador con más de 50 años prestando servicios en dicha entidad, aportó en la tesis de Espinosa (3), con conocimiento sobre la prueba de la barra, en donde recomendó usar el método de la barra para suelos que tengan presencias de limos, arenas y arcillas; además señala que se debe tener cuidado en suelos donde exista gravas.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Mecánica de suelos

El Dr. Karl Terzaghi (7), comento que la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independiente que tengan o no materia orgánica.

1.2.2. Resistencia al esfuerzo cortante de los suelos granulares

Lambe (2) en su libro “Mecánica de Suelos” en la PARTE III, Capitulo 11; menciona que hay diversos factores que determinan la resistencia al esfuerzo cortante los cuales se dividen en: 1) comprender aquellos factores que influyen al realizar un corte sobre un determinado suelo como: la relación de vacíos, la presión, la velocidad de carga, entre otros; y 2) todos los factores que ocasionan que la resistencia de un suelo granular difiera de la de otro, tanto en su comportamiento bajo la presión de confinamiento y la relación de vacíos.

1.2.3. Capacidad de carga admisible

Crespo (6) en su libro “Mecánica de Suelos y Cimentaciones” en el capítulo 20, manifestó que, la carga admisible puede ser aplicada sin producir desperfectos en la estructura teniendo un determinado factor de seguridad. La capacidad de carga admisible depende de muchos factores involucrados: terreno, bases (cimentaciones), característica de la estructura y factor seguridad (dependiendo del tipo de construcción). En muchos casos concernientes al comportamiento de las cimentaciones, se observa que la carga admisible falla por rotura por corte del terreno de fundación.

Martínez (5), señalo que la carga admisible es la intensidad neta de carga considerada apropiada para el caso particular de suelos según los propósitos de diseño preliminar. Este valor particular está basado, ya sea en la experiencia local, o en el cálculo resultante de las pruebas de fuerza del suelo utilizando un factor de seguridad contra la ruptura al cortante.

1.2.4. Capacidad portante.

La capacidad portante en cimentaciones es denominada como la capacidad del terreno para soportar las distintas cargas aplicadas sobre él. Técnicamente es la máxima presión media de contacto que se ejerce entre la cimentación y el terreno de modo que no se produzca un fallo por cortante del suelo.

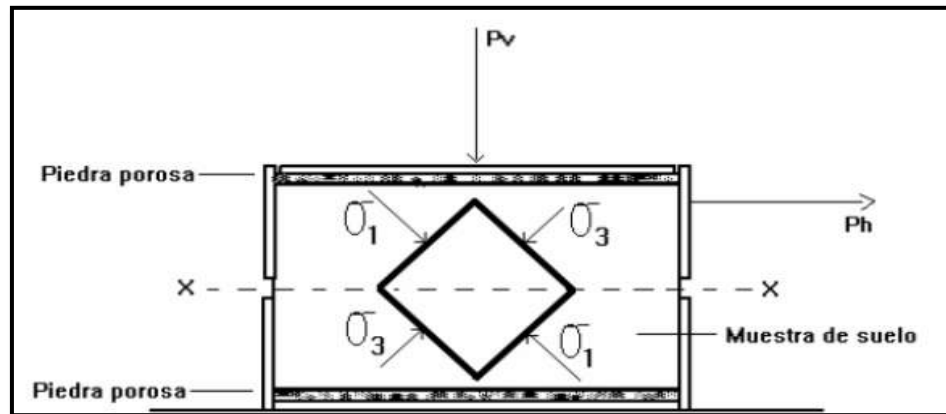
Braja (1), menciono que en el cálculo o comprobación de la capacidad portante de un terreno sobre el que existe una construcción debe atenderse al corto plazo (caso sin drenaje) y al largo plazo (con drenaje). En el comportamiento a corto plazo se desprecian todos los términos excepto la cohesión última, mientras que en la capacidad portante a largo plazo (caso con drenaje) es importante también el rozamiento interno del terreno y su peso específico.

1.2.5. Prueba de corte directo

Braja (1) en su libro “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” en el capítulo 7: Resistencia Cortante del suelo, señalo que la prueba de corte directo es uno de los métodos más antiguos y simples empleado hace años. Este método consiste en una caja metálica en la que va la muestra ya sea circular o cuadrada. En general el tamaño de la muestra es de 20 a 25 cm² transversal y

de 25 a 30mm de alto; el cual se cortará de forma horizontal para luego ejercer una carga de 1000 kN/m².

Ilustración 1: Esquema básico del aparato de corte directo

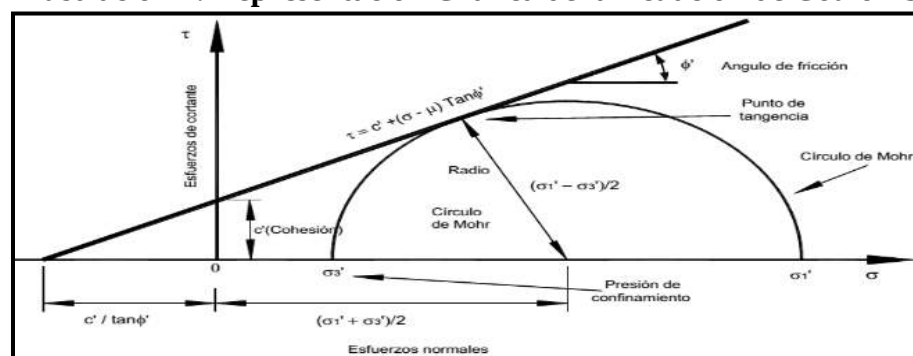


Fuente: Geotecnia LNV, 1993

El ensayo provoca la falla mediante un plano determinado. En este plano de falla actúan dos esfuerzos:

- ✓ **El esfuerzo normal (σ_n)**, esto sucede al aplicar una carga vertical (P_v) por el exterior.
- ✓ **El esfuerzo cortante (τ)**, consecuencia de la aplicación por la carga horizontal. Los esfuerzos se calculan dividiendo las fuerzas de área (A) de la muestra o de la caja de corte, debiendo satisfacer la ecuación de Coulomb.

Ilustración 2: Representación Gráfica de la Ecuación de Coulomb



Fuente: “Fundamentos de ingeniería geotécnica”, Braja M. Das.

1.2.5.1. Características del corte directo

- El ensayo puede ser realizado en todo tipo de suelos inalterados, remoldeados o compactados.
- Los resultados obtenidos del ensayo son aplicables para estimar la resistencia al corte en una situación de campo donde haya ocurrido una completa consolidación bajo los esfuerzos normales actuantes.
- Al momento que se esté realizando el ensayo de corte directo llega a ocurrir una rotación de los esfuerzos principales, esto puede corresponder a las condiciones de campo.
- La ubicación fija del plano de una ruptura en el ensayo puede ser una ventaja en la obtención de la resistencia al corte a lo largo de planos ciertamente débiles al interior del material del suelo y para analizar las interfases entre materiales diferentes.
- Tanto los esfuerzos de corte y los desplazamientos no están distribuidos uniformemente al interior de la muestra y no puede definirse alguna altura apropiada para calcular aquellas deformaciones de corte o cualquier otra cantidad asociada de interés en geotecnia.
- Los esfuerzos normales, la velocidad de deformación y las condiciones generales en el ensayo deben estar seleccionadas para reflejar condiciones específicas de la muestra del suelo que está analizando.

1.2.5.2. Muestreo de suelos inalterados (Superficiales)

El Manual de Ensayo de Materiales (8) nos indica como extraer muestras inalteradas para el ensayo de corte directo y una de ella es:

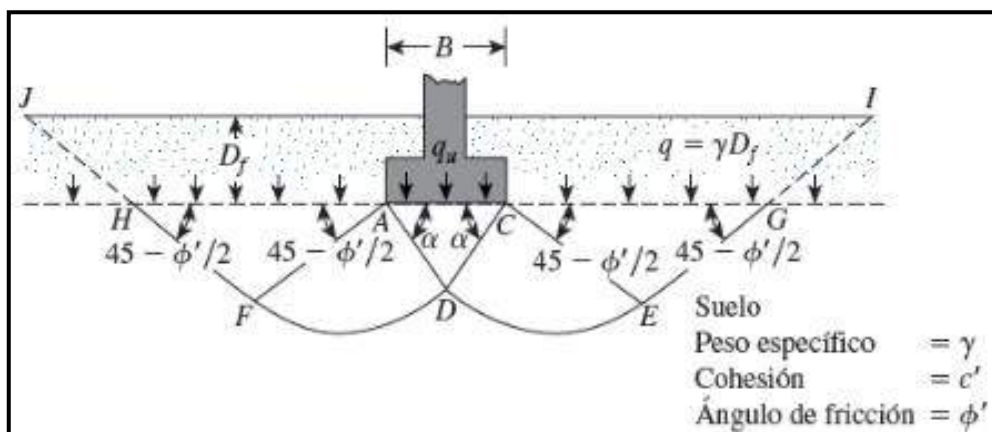
- **Muestras Cilíndricas**

- ✓ En suelos blandos de grano fino, se pueden tomar directamente muestras cilíndricas. Las muestras cilíndricas se pueden obtener también, con un pequeño trozo de tubo, o con cualquier otro recipiente metálico.

1.2.6. Fórmula de Terzaghi

Terzaghi, 1943 (7), introdujo por primera vez una teoría completa para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. En principio, si la profundidad de la base D_f (ilustración 03), es menor que o igual a su ancho. Sin embargo, investigadores posteriores sugirieron que las cimentaciones con D_f igual a tres o cuatro veces su ancho se podrían describirse como cimentaciones superficiales. Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o corrida (cuando su relación Ancho a longitud tiende a cero), la superficie de falla en el suelo ante carga última se puede suponer parecido a la que se muestra en la ilustración 03.

Ilustración 3: Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).



Fuente: “Mecánica de suelos en la ingeniería practica”, Terzaghi, Karl Von y Peck, Ralph B.

✓ Cimentación aislada

$$q_d = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

qd = Capacidad de carga limite

C = Cohesión del suelo

Y = Peso específico del suelo

Df = Profundidad de desplante de la cimentación

B = Ancho de la zapata

N'c N'q, N'y= Factores de carga obtenidas de la ilustración 4.

Ilustración 4: Factores de carga para las ecuaciones de Terzaghi

Φ°	N'c	N'q	N'y	Φ°	N'c	N'q	N'y
0	5.700	1.000	0.000	26	15.530	6.050	2.590
1	5.900	1.070	0.005	27	16.300	6.540	2.880
2	6.100	1.140	0.020	28	17.130	7.070	3.290
3	6.300	1.220	0.040	29	18.030	7.660	3.760
4	6.510	1.300	0.055	30	18.990	8.310	4.390
5	6.740	1.390	0.074	31	20.030	9.030	4.830
6	6.970	1.490	0.100	32	21.160	9.820	5.510
7	7.320	1.590	0.128	33	22.390	10.690	6.320
8	7.470	1.700	0.160	34	23.720	11.670	7.220
9	7.740	1.820	0.200	35	25.180	12.750	8.350
10	8.020	1.940	0.240	36	26.770	13.970	9.410
11	8.320	2.080	0.300	37	28.510	15.320	10.900
12	8.630	2.220	0.350	38	30.430	16.850	12.750
13	8.960	2.380	0.420	39	32.530	18.560	14.710
14	9.310	2.550	0.480	40	34.870	20.500	17.220
15	9.670	2.730	0.570	41	37.450	22.700	19.750
16	10.060	2.920	0.670	42	40.330	25.210	22.500
17	10.470	3.130	0.760	43	43.540	28.060	26.250
18	10.900	3.360	0.880	44	47.130	31.340	30.400
19	11.360	3.610	1.030	45	51.170	35.110	36.000
20	11.850	3.880	1.120	46	55.730	39.480	41.700
21	12.370	4.180	1.350	47	60.910	44.450	49.300
22	12.920	4.480	1.550	48	66.800	50.460	59.250
23	13.510	4.820	1.740	49	73.550	57.410	71.450
24	14.140	5.200	1.970	50	81.310	65.600	85.750
25	14.800	5.600	2.250				

Fuente: “Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones”, Braja M. Das.

✓ **Factor de seguridad**

La capacidad de carga admisible de cimentaciones superficiales requiere para el cálculo usar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga límite:

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

1.2.7. Métodos empíricos para determinar la resistencia del terreno

Los métodos empíricos son aquellos métodos que no son realizados en un estudio de laboratorio de suelos, sin embargo, a lo largo de los años, los han ganado cierto grado de credibilidad al poderse utilizar en un tiempo considerable y además de entregar resultados técnicamente aceptables.

1.2.8. Método empírico de la barra: Determinación empírica del “qa”

Determinar la capacidad admisible del “ q_{adm} ” del suelo, no reemplaza los ensayos de laboratorio; lo que hace es contribuir en la obtención de la información del terreno de forma rápida y costo bajo.

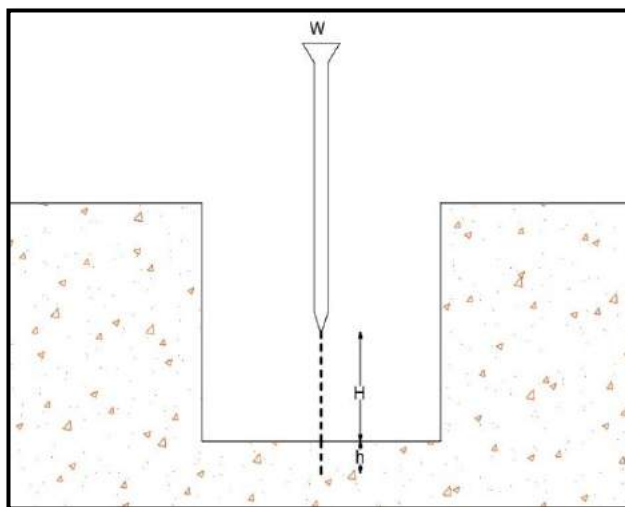
Espinosa (3) menciona que, para determinar la capacidad portante del suelo, se debe partir de ensayos triaxiales en donde se determinaran cargas unitarias admisibles. El método empírico de la barra es muy popular entre los constructores pese a no ser un ensayo normado.

Con respecto al autor de este método, es desconocido, de la misma forma la procedencia de sus fórmulas.

Pese a dichas limitaciones, Espinosa (3) hace algunas recomendaciones del Ing. Ignacio Dávila Rojas sobre cómo se puede desarrollar esa prueba:

- ✓ Este método se debe realizar con una barra ya utilizada previamente (peso de preferencia) con el objeto que tenga un desgaste como punta romas.
- ✓ La barra debe dejarse caer por su propio peso con la punta hacia abajo desde 1 m de alto desde el suelo hacia la punta de la barra.
- ✓ Cuando la barra penetre al suelo, se procede a realizar la medición en cm de la profundidad de perforación en el suelo.

Ilustración 5: Cálculo de la capacidad admisible del suelo mediante el método de la barra.



Fórmula 01

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W * H}{\pi * D^2 * h}\right)$$

Fuente: Elaboración propia

Donde:

W = peso de la barra (kg)

H = altura desde el suelo hasta la punta de la barra (cm)

D = diámetro de la barra (cm)

h_{prom.} = profundidad de la perforación en el suelo (cm)

Fórmula 02

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$$

1.3. Definición de términos básicos

- ✓ **Esfuerzo normal:** Es la suma de dos componentes: una debida a la carga transmitida por las partículas sólidas de la estructura del suelo, y la otra, una presión del fluido en los espacios vacíos.

- ✓ **Cohesión del suelo:** Es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas.

- ✓ **Esfuerzo cortante:** Es una fuerza interna que desarrolla el suelo, en respuesta a una fuerza cortante, y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

- ✓ **Resistencia:** La resistencia mecánica de un elemento viene a ser la capacidad de reaccionar frente a diferentes acciones externas, tal como a la tensión, compresión y el corte. (Leonards. 1990)

- ✓ **Capacidad portante:** Es aquella capacidad que tiene el suelo o terreno para soportar ciertas cargas aplicadas sobre él.

- ✓ **Capacidad de admisible:** Es la capacidad portante dividida entre un factor de seguridad (Terzaghi recomienda que FS no sea menor que 3)

- ✓ **Angulo de fricción:** El ángulo de rozamiento interno o ángulo de fricción es una propiedad de los materiales granulares el cual tiene una interpretación física sencilla, al estar relacionado con el ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto de dicho material granular. En un material granuloso cualquiera, el ángulo de reposo está determinado por la fricción, la cohesión y la forma de las partículas; por ello, en un material sin cohesión y donde las partículas son muy pequeñas en relación al tamaño del conjunto, el ángulo de reposo coincide con el ángulo de rozamiento interno. Es especialmente importante en mecánica de suelos para determinar tanto la capacidad portante como la resistencia al deslizamiento de un terreno arenoso.

Tabla 01: Ángulo de Fricción de distintos tipos de Suelos.

Tipo de terreno	$\phi(^{\circ})$
Arcilla suave	0° a 15°
Arcilla media	15° a 30°
Limo seco y suelto	27° a 30°
Limo denso	30° a 35°
Arena suelta y grava	30° a 40°
Arena densa y grava	25° a 35°
Arena suelta, seca y bien graduada	33° a 35°
Arena densa, seca y bien graduada	42° a 46°

Fuente: <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2012/01/historia-de-la-geotecnia-precursores-de.html>

- ✓ **Cargas dinámicas:** Son aquellas que varían continuamente su localización, dirección y magnitud, es decir, que muestran importantes efectos dinámicos durante el tiempo en que aparecen; se caracterizan por variar rápidamente desde un valor nulo hasta su límite o valor definitivo.

- ✓ **Suelo granular:** Son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz N° #200, así como también no poseen ninguna cohesión.
- ✓ **Suelo Limoso:** Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm.
- ✓ **Suelo arcilloso:** Es aquel suelo que contiene partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.
- ✓ **Corte directo:** Es un ensayo que consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

La población de la localidad de Naranjos, perteneciente al distrito de Pardo Miguel, ha sufrido un crecimiento aritmético en los últimos años; en consecuencia, la demanda de las construcciones de edificaciones y servicios básicos ha ido aumentando.

Por encontrarse Pardo Miguel demográficamente en el límite de la región San Martín con la región Amazonas, está alejado de las

ciudades más desarrolladas de la región; por ende, los laboratorios de estudio de suelos se encuentran lejanos, siendo esto uno de los motivos porque las personas deciden no realizar su respectivo estudio de suelos para sus construcciones. Además, influye el factor económico, ya que, por estar retirado los laboratorios, los estudios tienen un valor monetario más elevado que lo normal; llegando así a trabajar con un dato asumido de la capacidad portante del suelo para para sus construcciones.

Debido a todo lo mencionado anteriormente, lo más factible es recurrir a métodos empíricos que sean accesibles para dicha zona. El método empírico de la barra no reemplaza a ningún ensayo certificado (DPL, SPT, CORTE DIRECTO, entre otros); sin embargo, puedo contribuir para obtener información respecto a cómo se encuentra la capacidad portante del suelo de la zona.

Por consiguiente, el problema que se busca resolver esta investigación es:

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

- ✓ ¿Cuál es la relación existente entre los resultados del ensayo del corte directo y el ensayo empírico de la barra en la determinación de la capacidad portante?

2.2.2. Formulación de problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles son los resultados que se obtiene mediante método de corte directo?

- ✓ ¿Cuáles son los resultados que se obtiene mediante el método empírico de la barra?
- ✓ ¿Cuál es la relación existente entre el ensayo de corte directo y el método de la barra?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general.

- ✓ Determinar la relación existente entre los resultados obtenidos a través del ensayo de corte directo y el ensayo de la barra en la determinación de la capacidad portante.

2.3.2. Objetivos específicos.

- ✓ Determinar los valores de los resultados del ensayo del corte directo para determinar la capacidad portante del suelo en la localidad de Naranjos.
- ✓ Determinar los resultados obtenidos a través del ensayo empírico de la barra para determinar la capacidad portante del suelo en la localidad de Naranjos.
- ✓ Comparar la capacidad portante obtenido por el ensayo de corte directo y el método de la barra.

2.4. Variables

2.4.1. Identificación de las variables

2.4.1.1. Variable independiente

- Ensayo corte directo.
- Ensayo método empírico de la barra.

2.4.1.2. Variable dependiente

- Capacidad portante

2.4.2. Operacionalización de las variables

Tabla 02: Operacionalización de las variables.

Variable	Definición Operacional	Indicadores	Unidad
Ensayo método empírico de la barra y Corte directo	ENSAYO EMPÍRICO DE LA BARRA Es aquel ensayo que permite conseguir información del suelo de forma rápida y a un bajo costo; consiste en dejar caer una barra de metal por su propio peso a una altura determinada sobre el suelo de cimentación y mediante una fórmula encontrar valores del suelo de cimentación.	Altura desde el suelo hasta la punta de la barra (H)	cm
	CORTE DIRECTO Es un ensayo que consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento.	Diámetro de la barra Peso de la barra (w)	cm kg
Capacidad portante	Es aquella capacidad que tiene el suelo o terreno para soportar ciertas cargas aplicadas sobre él.	Esfuerzo cortante Esfuerzo normal	Kg/cm ²

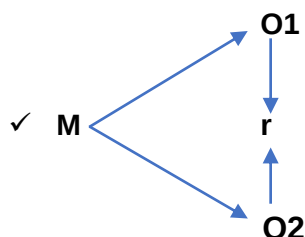
Fuente: Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación.

- ✓ Investigación descriptiva correlacional.

3.2. Diseño de investigación.



Donde:

M: Muestra

O1: Observación de la V.1

O2: Observación de la V.2

r: Correlación entre dichas variables

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población.

- ✓ Capacidad portante del suelo de la Localidad de Naranjos, Provincia de Rioja.

3.3.2. Muestra.

- ✓ 3 calicatas en un lote urbano de propiedad privada, ubicado en la Av. Aguajal Cd. 12 M 53 lote 11 en la localidad de Naranjos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnica de recolección de datos.

Para la recolección de datos de los estudios respectivos, utilizamos los EMS que se encuentran en el reglamento nacional de edificaciones E.050.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

✓ Formato de laboratorio

Utilizamos los formatos del laboratorio de suelos como instrumento para recolectar los datos que necesitamos para el estudio, como el formato para el ensayo de Corte directo y para el ensayo empírico de la barra.

3.4.3. Procesamiento

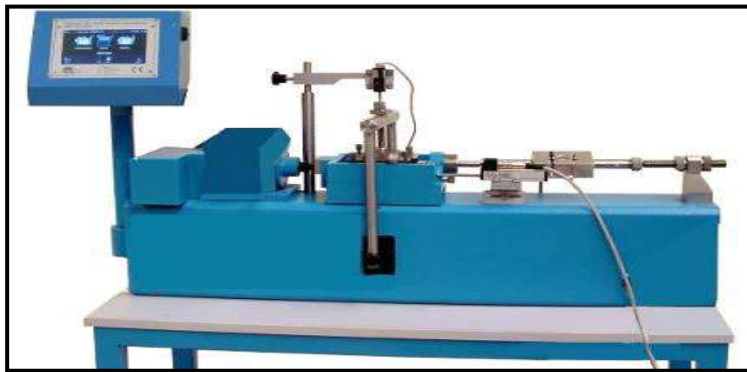
3.4.3.1. Corte directo

• Materiales y Equipo.

- ✓ **Dispositivo de Corte:** Su función consiste en asegurar al espécimen firmemente entre dos piedras con la finalidad que no se pueda aplicar un torque a la muestra.

Este dispositivo de corte deberá permitir: ejercer un esfuerzo normal en los lados del espécimen, medir las variaciones en el espesor de la muestra, permitir el drenaje de agua a través de agregados porosos y sumergir el espécimen en agua. Así mismo, debe ser lo suficientemente apto para poder aplicar una fuerza tangencial para cortar a la muestra a través de un corte simple o dobles paralelos a las caras de la muestra. Los pórticos que sostienen al espécimen deben ser rígidos para advertir su deformación durante el corte.

Ilustración 6: Dispositivo de Corte



Fuente: Google imágenes

- ✓ **Caja de Corte:** Puede ser una caja hecha a base de acero inoxidable, bronce o aluminio, de forma circular o cuadrada, con mecanismo para el drenaje en su parte superior e inferior. Debe estar dividida de manera vertical por un plano horizontal en 2 mitades del mismo espesor que son asegurados con tonillos para su perfecta alineación. Los tornillos serán de separación que controlarán el espacio entre sus mitades (inferior y superior). En lo general son cuadradas o cilíndricas con sus piedras porosas.

Ilustración 7: Caja de Corte



Fuente: Google imágenes

- ✓ **Piedras Porosas:** Consisten de carburo de silicio o de óxido de aluminio o metal (no debe corroerse por las sustancias del suelo o su humedad).

Ilustración 8: Piedras Porosas

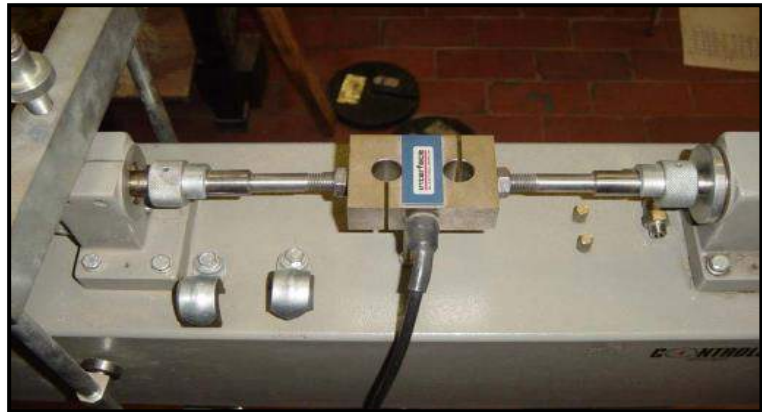


Fuente: Google imágenes

- ✓ **Dispositivos de cargas:**
- **Dispositivo de Aplicación y Medición de la Fuerza Normal:** Esta fuerza normal es aplicada mediante un marco que tiene un contrapeso para así eliminar el peso del mismo y solo toma en cuenta el peso que se coloque en este.

- ✓ **Dispositivo para Medir la Fuerza de Corte:** Es un anillo o celda de carga que tiene una precisión de 1% de la fuerza de corte en condiciones de ruptura.

Ilustración 9: Dispositivo para medir la fuerza de corte



Fuente: Google imágenes

- ✓ **Base de la Caja de Corte**

Ilustración 10: Base de la caja de corte



Fuente: Google imágenes

- ✓ **Anillo de Corte o de Tallado**

Ilustración 11: Anillo de corte o de tallado



Fuente: Google imágenes

✓ **Balanza**

Ilustración 12: Balanza



Fuente: Google imágenes

✓ **Equipos para Compactar Espécimen**

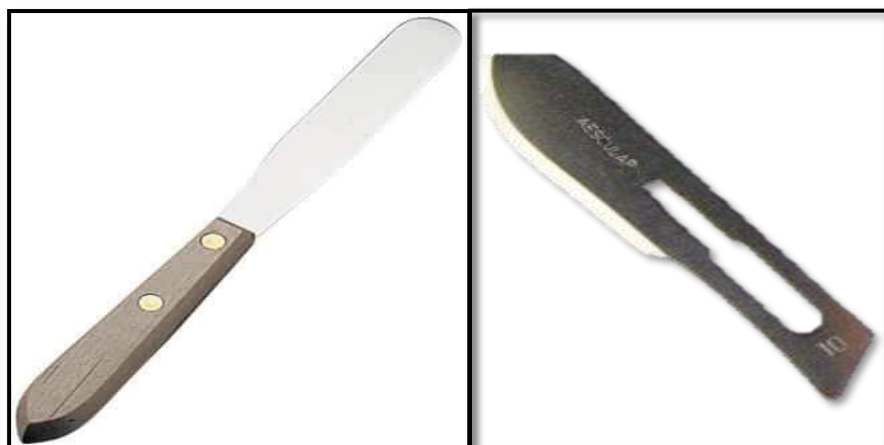
Ilustración 13: Equipo para compactar espécimen



Fuente: Google imágenes

✓ **Equipos Misceláneos**

Ilustración 14: Equipos Misceláneos



Fuente: Google imágenes

- **Proceso**

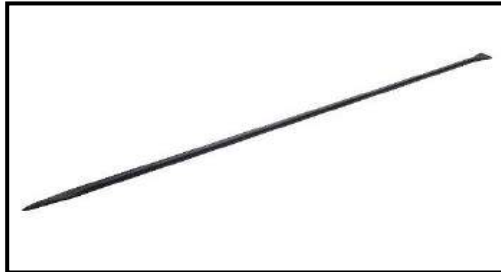
- ✓ **Preparación de la Muestra**

- ❖ Se traza el área a excavar (se sugiere que lo min sea de ancho 0.50m x 1m de largo) en el terreno que se eligió.
 - ❖ Luego se procede a realizar la excavación con la ayuda del pico y palana. La profundidad se sugiere que mínimo sea 1.5 m del nivel del terreno natural.
 - ❖ Se coloca el molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del para el ensayo de corte directo.
 - ❖ Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra.
 - ❖ Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar.
 - ❖ Se retira el molde con la muestra.
 - ❖ Se coloca la protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere.
 - ❖ Una vez en el laboratorio se extrae la muestra del molde con cuidado.
 - ❖ Se divide la muestra obtenida en 3 bloques para ser colocada en el anillo de corte.
 - ❖ Se enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola.
 - ❖ Se coloca la muestra en la caja de corte.
 - ❖ Se coloca la caja de corte con la muestra en la máquina del corte directo.
 - ❖ Una vez terminado el ensayo de corte directo se retira la muestra para observar cómo quedo el espécimen.

3.4.3.2. Método empírico de la barra

- Equipo
 - ✓ Barra de metal

Ilustración 15: Barra de metal



Fuente: Google imágenes

- ✓ Wincha de mano

Ilustración 16: Wincha de mano



Fuente: Google imágenes

- ✓ Pico

Ilustración 17: Pico



Fuente: Google imágenes

✓ **Palana**

Ilustración 18: Palana



Fuente: Google imágenes

✓ **Clavos**

Ilustración 19: Clavos



Fuente: Google imágenes

✓ **Hilo**

Ilustración 20: Hilo



Fuente: Google imágenes

✓ Marcador

Ilustración 21: Marcador



Fuente: Google imágenes

• Proceso

- ❖ Se traza el área a excavar (se sugiere que lo min sea de ancho 0.50m x 1m de largo) en el terreno que se eligió.
- ❖ Luego se procede a realizar la excavación con la ayuda del pico y palana. La profundidad se sugiere que mínimo sea 1.5 m del nivel del terreno natural.
- ❖ Luego medir del fondo de la excavación 1 m hacia arriba y colocar el hilo con los clavos de lado a lado.
- ❖ Después la barra debe ser soltada con la punta hacia abajo, desde donde está el hilo. Esta prueba debe realizarse con una barra de preferencia utilizada y no nueva, con el objeto de que la punta ya tenga un desgaste, lo que se conoce como punta roma.
- ❖ Una vez que la barra penetra el suelo, se mide la longitud de penetración, a la que llamaremos “d”, siendo importante señalar que esta distancia debe ser medida en “cm”.
- ❖ Finalmente debe utilizarse cualquiera de las siguientes fórmulas para determinar la capacidad del suelo.

Fórmula 01:

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h}\right)$$

Fórmula 02:

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$$

Donde:

W = peso de la barra (kg)

H = altura desde el suelo hasta la punta de la barra (cm)

D = diámetro de la barra (cm)

h_{prom.} = profundidad de la perforación en el suelo (cm)

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación del Trabajo de Investigación

4.1.1. Nombre del Trabajo de Investigación

“ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021”

4.1.2. Ubicación Política

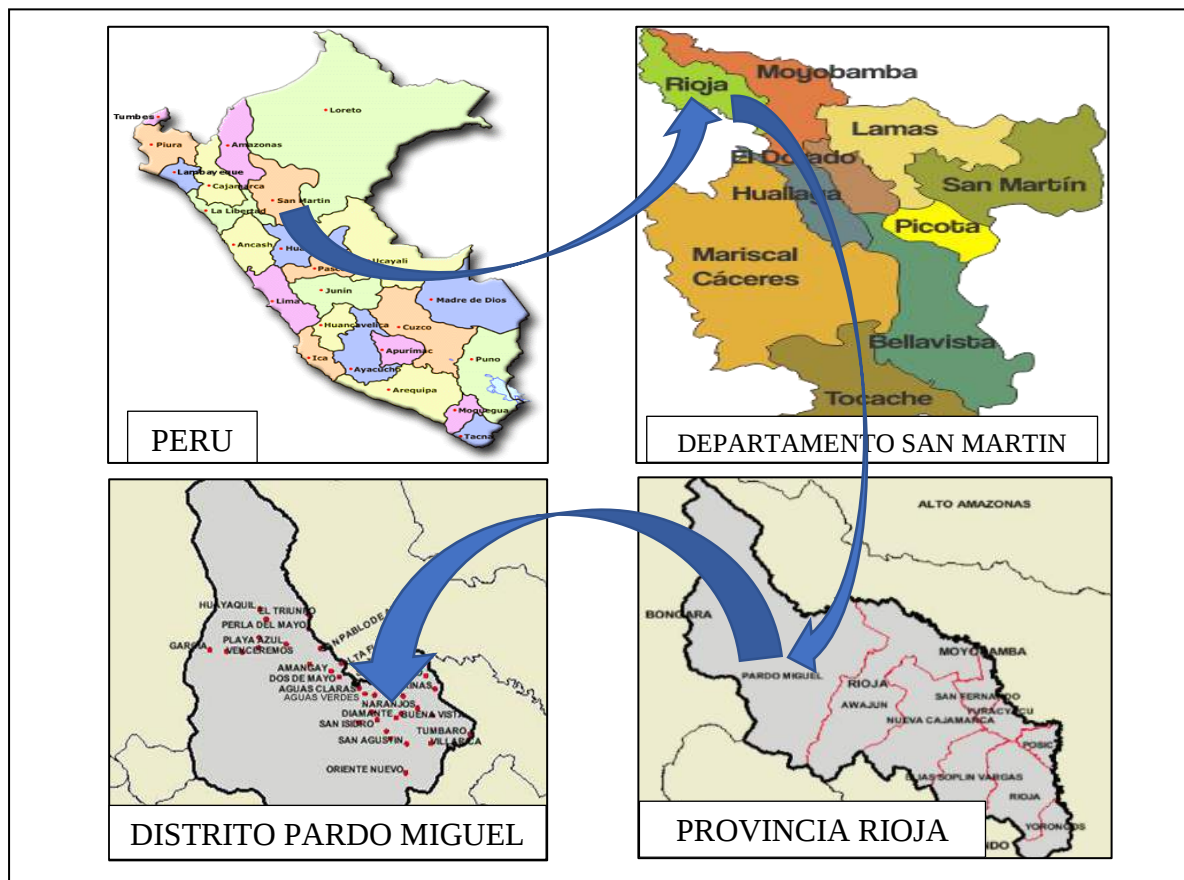
El proyecto se encuentra políticamente en:

Región : San Martín

Provincia : Rioja

Distrito : Pardo Miguel

Localidad : Naranjos



Fuente: Google imágenes

4.1.3. Ubicación del terreno de estudio

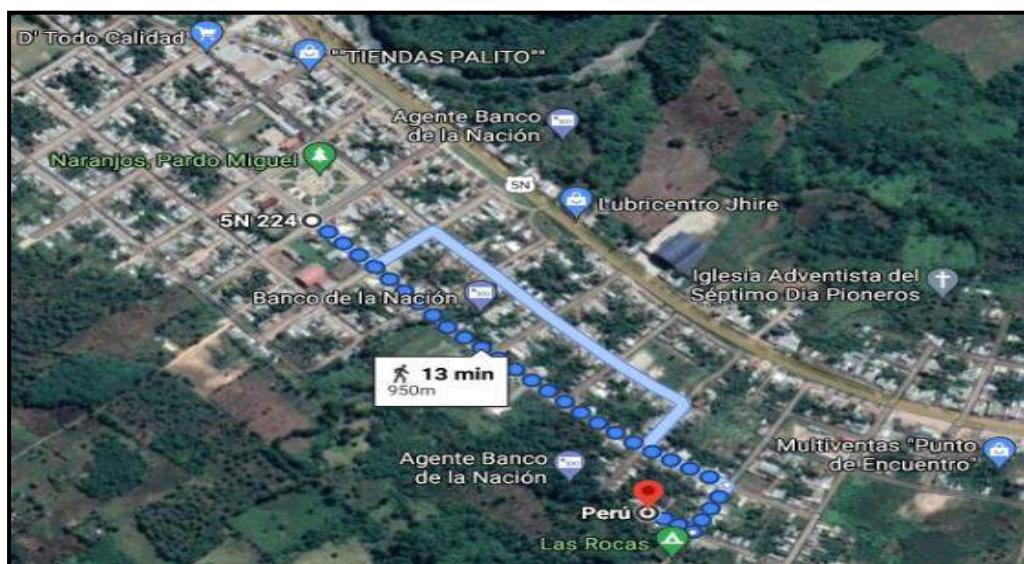
El acceso a la zona de estudio es a través de vías terrestres. Partiendo de la ciudad de Tarapoto, por la carretera Fernando Belaúnde Terry, iniciando el recorrido Tarapoto – Moyobamba, Moyobamba – Nueva Cajamarca, luego desde Nueva Cajamarca siguiendo la carretera Fernando Belaúnde Terry hasta llegar a la localidad de Naranjos, desde esta ciudad se sigue un recorrido en dirección a la propiedad del Sr. Johan Carlos Escalante Navarro (Tiempo de recorrido total 15 min).

Tabla 03: Accesos desde la ciudad de Tarapoto

Desde	Hacia	Cantidad de Km.	Tipo de Vía	Tiempo (h/ min.)	Frecuencia Transporte
Tarapoto	Moyobamba	112.2 Km	Asfaltada	2.00 h	Diario
Moyobamba	Nueva Cajamarca	44.5 Km	Asfaltada	1.00 h.	Diario
Nueva Cajamarca	Naranjos	33 Km	Asfaltada	40 min	Diario
Plaza de Naranjos	Terreno de estudio (Av. Aguajal Cd. 12 M 53 Lt 11)	0.95 Km	Sin Asfaltar	15 min	Diario

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 22: Ruta hacia el terreno de estudio



Fuente: Google Maps

Ilustración 23: Coordenadas del terreno de estudio



Fuente: Google Maps

4.2. Toma de muestra para el método de corte directo

4.2.1. Materiales, equipo y herramientas

✓ Pico

Ilustración 24: Pico



Fuente: Google imágenes

✓ Palana

Ilustración 25: Palana



Fuente: Google imágenes

✓ Recipiente metálico cilíndrico

Ilustración 26: Recipiente metálico cilíndrico



Fuente: Propia

✓ **Marcador o corrector**

Ilustración 27: Marcador o corrector



Fuente: Google imágenes

✓ **Yeso**

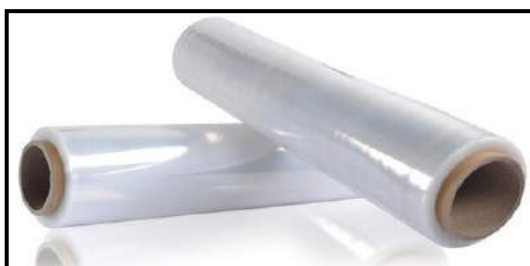
Ilustración 28: Yeso



Fuente: Google imágenes

✓ **Film**

Ilustración 29: Film



Fuente: Google imágenes

✓ **Comba**

Ilustración 30: Comba



Fuente: Google imágenes

4.2.2. Proceso

- ❖ Se trazo el área a excavar (se sugiere que lo mínimo sea de ancho 0.50m x 1m de largo) en el terreno que se eligió.

Foto 1: Trazo de calicatas



Fuente: Propia

- ❖ Luego se procedió a realizar la excavación con la ayuda del pico y palana. La profundidad es de 1.5 m del nivel del terreno natural.

Foto 2: Excavación de calicatas



Fuente: Propia

- ❖ Luego se alisó la superficie del fondo de la excavación y se coloca el molde metálico cilíndrico con una presión moderada.

Foto 3: Extracción de muestras



Fuente: Propia

- ❖ Después se procedió a dejar caer la comba como barra de carga sobre el molde, pero colocando una madera para no dañar el molde metálico cilíndrico, una y otra vez, hasta que el molde se introduzca la mitad en el suelo.

Foto 4: Presión del molde contra el suelo hacia abajo con la ayuda de la comba



Fuente: Propia

- ❖ Luego se procedió a colocar un poco de mezcla de yeso en la parte superior del molde y esperamos a que seque, para que al momento de retirar el molde la muestra no se vaya a mover.

Foto 5: Colocación de mezcla de yeso en parte superior del molde



Fuente: Propia

- ❖ Una vez que la mezcla de yeso seco, se procedió a retirar el molde, sin antes excavar por los lados del molde para que la extracción sea más sencilla.

Foto 6: Extracción de muestra



Fuente: Propia

- ❖ Después procedimos a proteger la parte inferior de la muestra con film.

Foto 7: Protección de parte inferior de muestra con film



Fuente: Propia

- ❖ Finalmente obtuvimos la muestra para ser llevado al laboratorio y poder realizar los ensayos pertinentes.

Foto 8: Muestra lista para laboratorio



Fuente: Propia

4.3. Ensayo de corte directo

- ❖ Una vez ya excavado la calicata donde se realizó la toma de muestra, se procedió a colocar el molde metálico cilíndrico para extraer la muestra.

Foto 9: Extracción de muestra.



Fuente: Propia

- ❖ Luego se ejerció presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra.

Foto 10: Ejerciendo presión al molde.



Fuente: Propia

- ❖ Después se colocó la mezcla de yeso en la parte superior del molde, para que la muestra no se altera en camino al laboratorio.

Foto 11: Colocación de mezcla de yeso como protección.



Fuente: Propia

- ❖ Luego se pasó a retirar el molde con la muestra para ser llevada al laboratorio.

Foto 12: Extracción de la muestra.



Fuente: Propia

- ❖ Se colocó protección en la parte inferior del molde con film, para proteger la muestra y no llegue a alterarse.

Foto 13: Colocación de film para proteger la muestra.



Fuente: Propia

- ❖ Se extrajo la muestra del molde una vez esté en el laboratorio.

Foto 14: Extracción de la muestra del molde.



Fuente: Propia

- ❖ Se dividió la muestra obtenida en 3 bloques para ser colocada en el anillo de corte.

Foto 15: Colocación de la muestra en el anillo de corte.



Fuente: Propia

- ❖ Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y se lo pesa.

Foto 16: Enrase de la muestra.



Fuente: Propia

- ❖ Luego se procedió a colocar la muestra en la caja de corte.

Foto 17: Colocación de la muestra en la caja de corte.



Fuente: Propia

- ❖ Después colocamos la caja de corte en la máquina de corte directo.

Foto 18: Colocación de la caja de corte en la máquina de corte directo.



Fuente: Propia

- ❖ Una vez terminado el ensayo de corte directo se retiró la muestra para observar cómo quedó el espécimen.

Foto 19: Mostrando muestra después del ensayo.



Fuente: Propia

4.4. Ensayo empírico de la barra

- ❖ Una vez ya excavado la calicata donde se realizó el ensayo de la barra, se procedió a medir la altura de un metro, desde el fondo de la calicata hacia arriba y colocar los clavos con el hilo de lado a lado.

Foto 20: Toma de medición de altura del fondo de calicata a la punta de la barra



Fuente: Propia

- ❖ Luego la barra fue soltada con la punta hacia abajo, desde donde está el hilo. Esta prueba debe realizarse con una barra lisa de preferencia utilizada y no nueva, con el objeto de que la punta ya tenga un desgaste, lo que se conoce como punta roma.

Foto 21: Ensayo del método de la barra



Fuente: Propia

- ❖ Una vez que la barra penetra el suelo, se marca con el corrector la barra antes de retirarla del suelo para luego ser medida la longitud que penetra el suelo, a la que llamaremos “d”, siendo importante señalar que esta distancia debe ser medida en “cm”.

Foto 22: Toma de medida de la profundidad de perforación de la barra en el suelo



Fuente: Propia

4.5. Cálculos con los datos obtenidos en campo y laboratorio

4.5.1. Cálculos del método de corte directo

❖ Calicata N° 01

- Datos obtenidos en el Laboratorio de Suelos



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

**ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

CALICATA N°1



Archenti Zagarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



R.U.C. :
DIRECCION :
CORREO ELECTRONICO :

20605918141
JR. MANCO CAPAC N° 120 - TARAPOTO
grupo4dingenieria@hotmail.com



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS

Proyecto: "ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL METODO EMPIRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA – PERÚ 2021"

Ubicación: DISTRITO DE PARDO MIGUEL, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN

Calicata N°. 1 Muestr N°. 2 Profund. 0.20 - 3.00

Fecha 30-03-21

Descripción del Suelo:

Preparación de la Muestra

Sin Perturbar ☒ Remoldeado ☐ Compactado ☐ Otros ☐

Compact. De Energía N° de Capas Golpes / Capa Pisón Kg/ Caida cm

Molde N° Contén. de hum. Compactación % Diam. Mold. cm Alt. del Suelo cm

Preparación de Muestr.

Clasificación de Suelos

Grava 0 % Limit. Liquidc

Arena % Limite Plástico

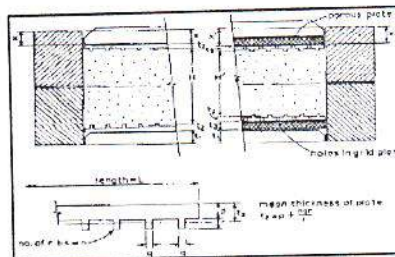
Finos % S.U.C.S.

Caja de Corte

Área 31.72 cm² Profund. Total: 2.560 cm

Ejemplo de Altura

t₁ cm t₂ cm t₃ cm x cm



Mediciones Iniciales

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Tensión Normal 0.25 kgf/cm ²	Tensión Normal 0.50 kgf/cm ²	Tensión Normal 1.00 kgf/cm ²
x cm	x cm	x cm
H = 2.560 cm	H = 2.560 cm	H = 2.560 cm
Volumen 81.203 cm ³	Volumen 81.203 cm ³	Volumen 81.203 cm ³
Tara N°. 1	Tara N°. 1	Tara N°. 1
P. Tara 109.0 gr	P. Tara 109.0 gr	P. Tara 109.0 gr
P. Muestra hum. + Tara 285.6 gr	P. Muestra hum. + Tara 286.0 gr	P. Muestra hum. + Tara 286.3 gr
P. Muestra Seca + Tara 255.1 gr	P. Muestra Seca + Tara 255.2 gr	P. Muestra Seca + Tara 255.4 gr
P. Muestra Hum. 176.6 gr	P. Muestra Hum. 177.00 gr	P. Muestra Hum. 177.3 gr
P. Muestra Seca 146.10 gr	P. Muestra Seca 146.20 gr	P. Muestra Seca 146.400 gr
P. Agua 30.5 gr	P. Agua 30.80 gr	P. Agua 30.90 gr
Cont. Agua 20.88 %	Cont. Agua 21.07 %	Cont. Agua 21.11 %
Densidad Hum. 2.175 gr/cm ³	Densidad Hum. 2.180 gr/cm ³	Densidad Hum. 2.183 gr/cm ³
Densidad Seca 1.799 gr/cm ³	Densidad Seca 1.800 gr/cm ³	Densidad Seca 1.803 gr/cm ³

Observaciones :



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



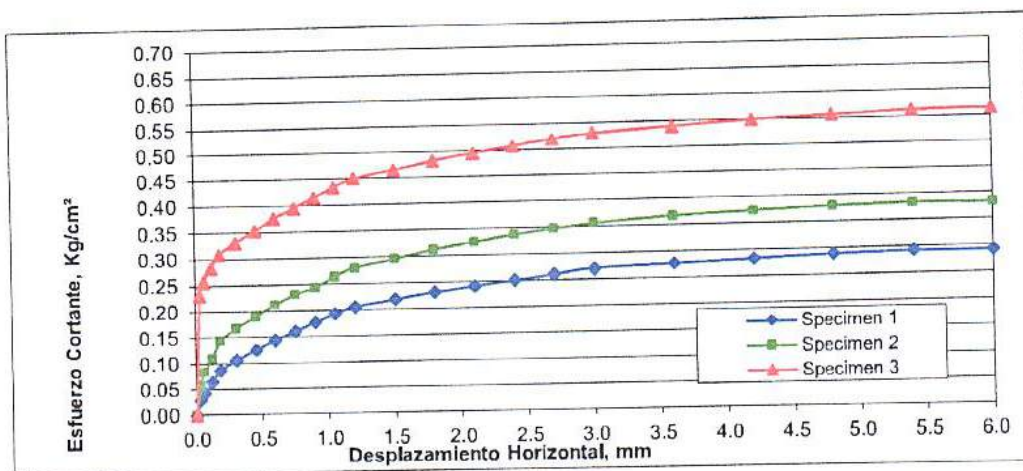
GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

**ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

**ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES DRENADO CONSOLIDADO**

Proyecto: "ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL METODO EMPIRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA – PERU 2021"
Ubicación: DISTRITO DE PARDO MIGUEL, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Calicata N°. 1 Muestr N°. Profund. 0

Descripción del Suelo:



Archenti Zagarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



Análisis de la Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal (σ)	Esfuerzo Cortante (τ)	$(\sigma)(\tau)$	σ^2	τ^2	
0.25	0.29	0.07	0.062500000	0.0856	
0.50	0.38	0.19	0.250000000	0.1463	
1.00	0.56	0.56	1.000000000	0.3179	
1.75	1.24	0.83	1.312500000	0.5499	
					$V(\sigma)$
Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		$Cov(\sigma, \tau)$	0.097222222
0.583333333		0.412987123		0.03518356	

Valores del Esfuerzo Normal y Esfuerzo Cortante corregidos por Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
0	0.201885765
0.25	0.292357776
0.50	0.382829786
1.00	0.563773807

Cohesión UU:

0.202

Kgf/cm²

Ángulo de fricción (ϕ):

19.89

$$r^2 = bb'$$

b	b'
0.361888042	2.763277015

$$r^2 = 0.99999691 < 0.8 \text{ Repetir ensayo}$$

$$r = 0.99999845$$

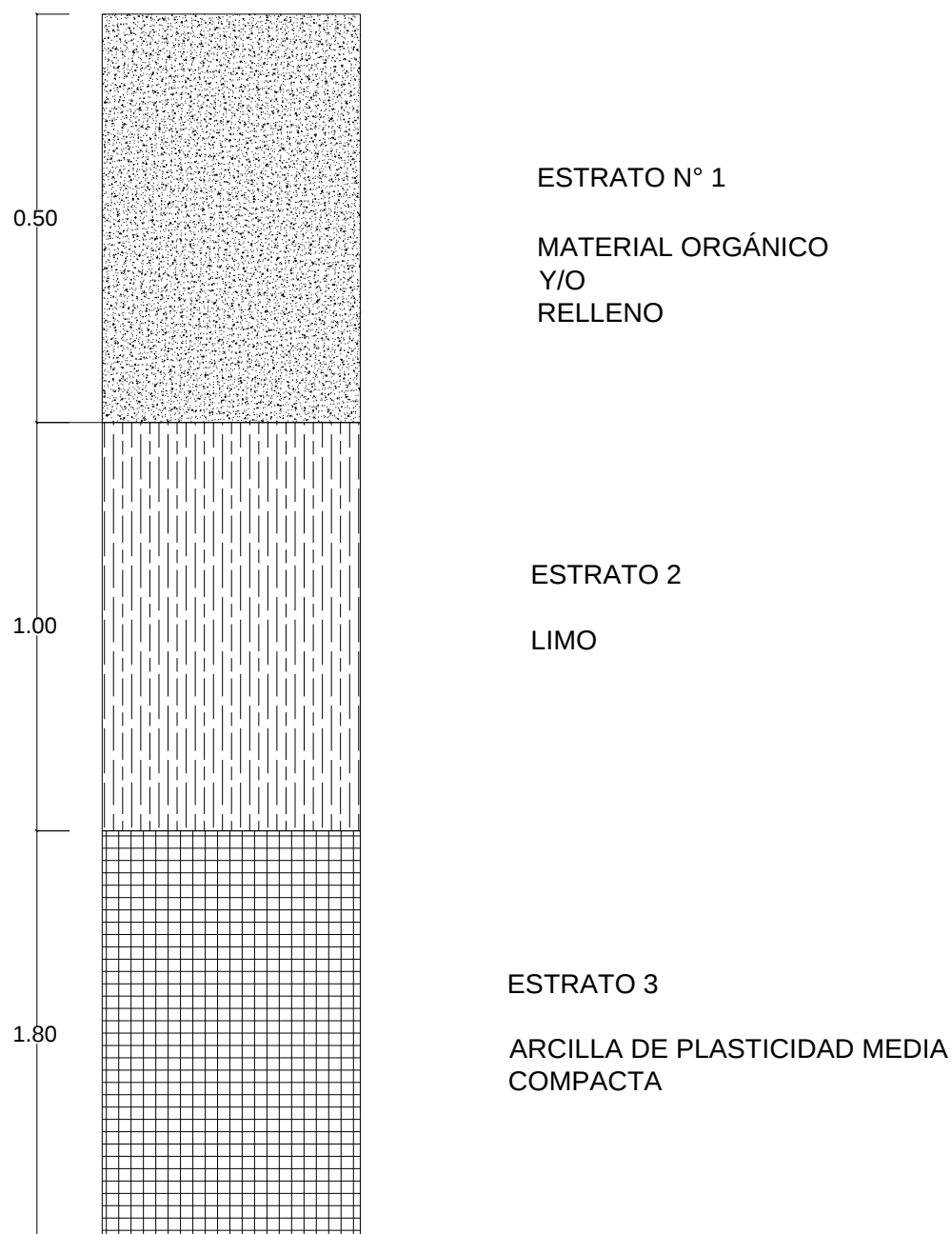
$$\text{Error} = 0.00030921 \%$$



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio

Perfil del suelo	
Proyecto:	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021
Calicata N°:	01



- Cálculo de la capacidad admisible utilizando la fórmula de Terzaghi

$$q_d = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Tabla 4: Cálculo de capacidad admisible por formula de Terzaghi de C-01

PUNTO DE ESTUDIO	Clasificación SUCS	Nivel freático (m)	Y (kg/cm3)	Z (cm)	C (kg/cm2)	Ø (°)	N'_c	N'_q	N'_y	q_u (kg/cm2)	q_{adm} (kg/cm2)	B Propuesto (cm)
Cal. N°01	CL	0	0.00218	150	0.202	19	11.36	3.61	1.03	3.223	1.074	60.00
							11.36	3.61	1.03	3.259	1.086	100.00

Fuente: Elaboración Propia

❖ Calicata N° 02

- Datos obtenidos en el Laboratorio de Suelos



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

**ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

CALICATA N°2



Archenti Zegafra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



R.U.C. :
DIRECCION :
CORREO ELECTRONICO :

20605918141
JR. MANCO CAPAC N° 120 -TARAPOTO
grupo4dingenieria@hotmail.com



PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS

Proyecto: "ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL METODO EMPIRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA – PERÚ 2021"
Fecha: 30-03-21
Ubicación: DISTRITO DE PARDO MIGUEL, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN
Calicata N°: 2 Muestr N° Profund.:

Descripción del Suelo:

Preparación de la Muestra

Sin Pertubar ☒ Remoldeado ☐ Compactado ☐ Otros ☐
Compact. De Energía N° de Capas Golpes / Capa Pisón Kgf Caida cm
Molde N° Contén. de hum. Compactación % Diam. Mold. cm Alt. del Suelo cm
Preparación de Muestr.

Clasificación de Suelos

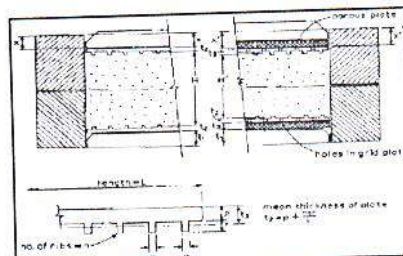
Grava % Limit. Líquido
Arena % Limite Plástico
Finos % S.U.C.S.

Caja de Corte

Área 31.72 cm² Profund. Total: 2.560 cm

Ejemplo de Altura

t₁ cm t₂ cm t₃ cm x cm



Mediciones Iniciales

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Tensión Normal 0.25 kgf/cm ²	Tensión Normal 0.50 kgf/cm ²	Tensión Normal 1.00 kgf/cm ²
x cm	x cm	x cm
H = 2.560 cm	H = 2.560 cm	H = 2.560 cm
Volumen 81.203 cm ³	Volume 81.203 cm ³	Volume 81.203 cm ³
Tara N°. 1	Tara N°. 1	Tara N°. 1
P. Tara 109.0 gr	P. Tara 109.0 gr	P. Tara 109.0 gr
P. Muestra hum. + Tara 292.8 gr	P. Muestra hum. + Tara 292.7 gr	P. Muestra hum. + Tara 293.4 gr
P. Muestra Seca + Tara 250.4 gr	P. Muestra Seca + Tara 250.3 gr	P. Muestra Seca + Tara 250.6 gr
P. Muestra Hum. 183.8 gr	P. Muestra Hum. 183.70 gr	P. Muestra Hum. 184.4 gr
P. Muestra Seca 141.40 gr	P. Muestra Seca 141.30 gr	P. Muestra Seca 141.600 gr
P. Agua 42.4 gr	P. Agua 42.40 gr	P. Agua 42.80 gr
Cont. Agua 29.99 %	Cont. Agua 30.01 %	Cont. Agua 30.23 %
Densidad Hum. 2.263 gr/cm ³	Densidad Hum. 2.262 gr/cm ³	Densidad Hum. 2.271 gr/cm ³
Densidad Seca 1.741 gr/cm ³	Densidad Seca 1.740 gr/cm ³	Densidad Seca 1.744 gr/cm ³

Obsevaciones :



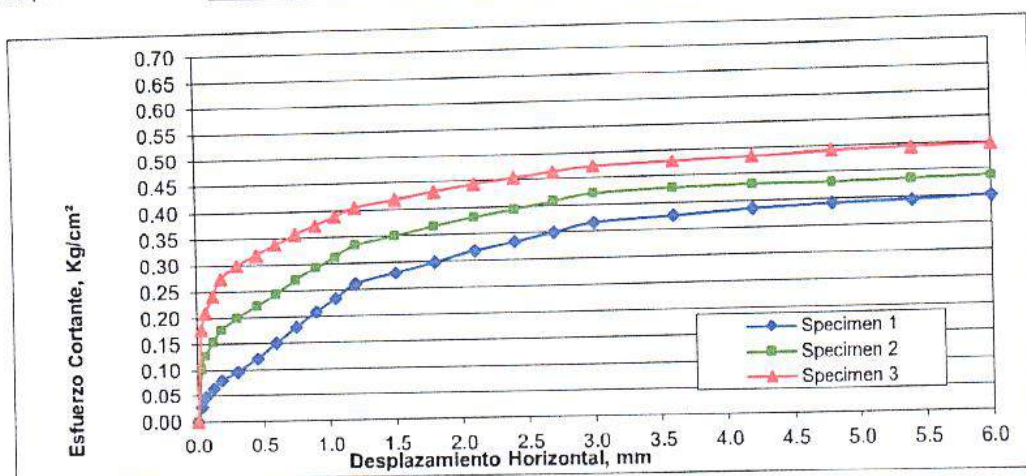
Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



**ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES DRENADO CONSOLIDADO**

Proyecto: "ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL METODO EMPIRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA – PERÚ 2021"
Ubicación: DISTRITO DE PARDO MIGUEL, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Calicata N°: 2 Muestr N° Profund. mar.-21
Descripción del Suelo:



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



Análisis de la Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal (σ)	Esfuerzo Cortante (τ)	$(\sigma)(\tau)$	σ^2	τ^2	
0.25	0.40	0.10	0.062500000	0.1602	
0.50	0.44	0.22	0.250000000	0.1911	
1.00	0.50	0.50	1.000000000	0.2476	
1.75	1.34	0.82	1.31250000	0.5990	
					$V(\sigma)$
					0.097222222
Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		$Cov(\sigma, \tau)$	
0.583333333		0.44502738		0.012501772	

Valores del Esfuerzo Normal y Esfuerzo Cortante corregidos por Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
0	0.370016745
0.25	0.40216416
0.50	0.434311575
1.00	0.498606405

Cohesión UU:
Ángulo de fricción (ϕ):

0.370
7.33

Kgf/cm²

$$r^2 = bb'$$

b	b'
0.12858966	7.755734591

$$r^2 = 0.99730727 < 0.8 \text{ Repetir ensayo}$$

$$r = 0.99865273$$

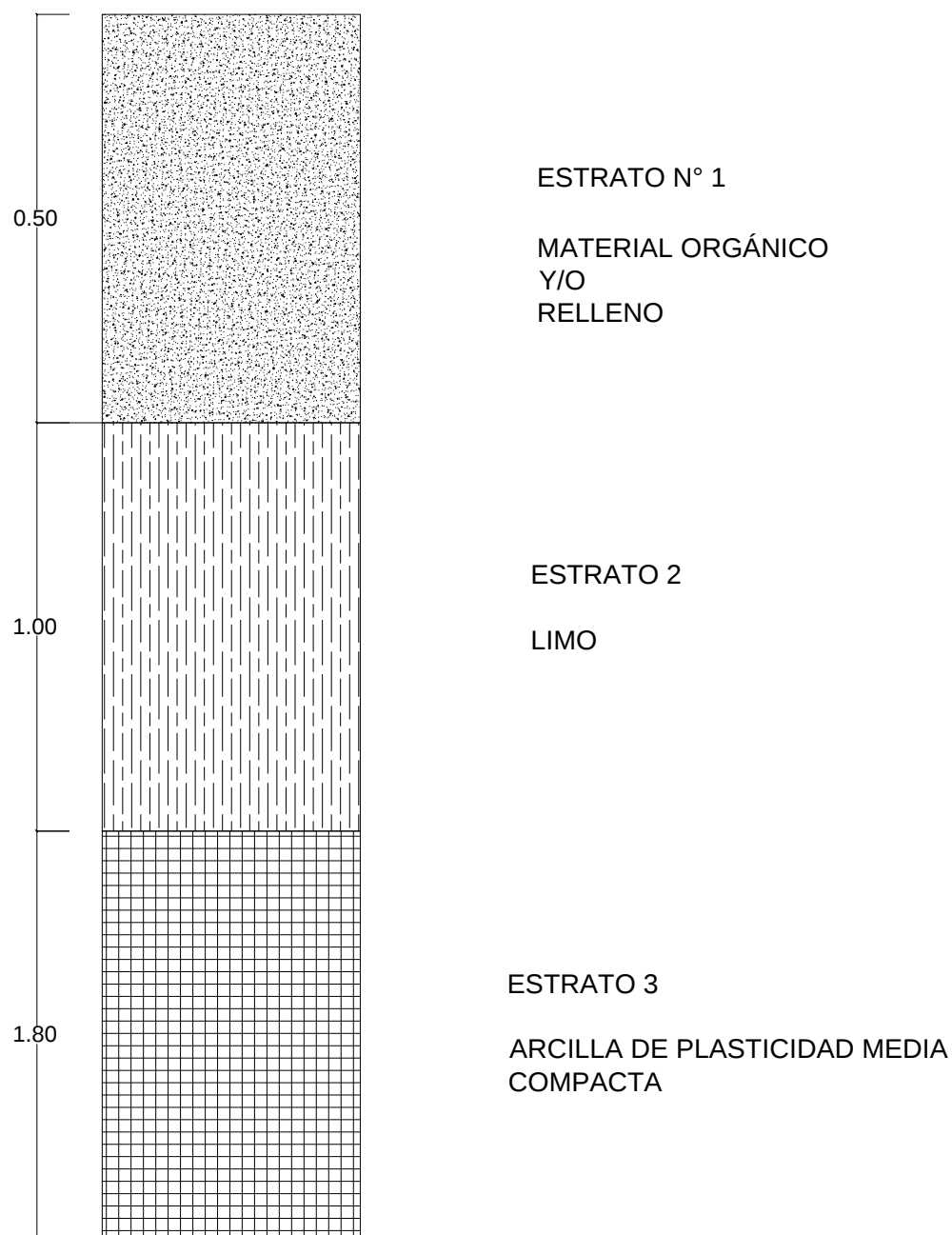
$$\text{Error} = 0.26927296 \%$$



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio

Perfil del suelo	
Proyecto:	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021
Calicata N°:	02



- Cálculo de la capacidad admisible utilizando la fórmula de Terzaghi

$$qd = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Tabla 5: Cálculo de capacidad admisible por formula de Terzaghi de C-02

PUNTO DE ESTUDIO	Clasificación SUCS	Nivel freático (m)	Y (kg/cm3)	Z (cm)	C (kg/cm2)	Ø (°)	N'_c	N'_q	N'_y	q_u (kg/cm2)	q_{adm} (kg/cm2)	B Propuesto (cm)
Cal. N°02	CL	0	0.00262	150	0.37	7	7.22	1.59	0.128	2.948	0.983	60.00
							7.22	1.59	0.128	2.953	0.984	100.00

Fuente: Elaboración Propia

❖ Calicata N° 03

- Datos obtenidos en el Laboratorio de Suelos



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

**ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

CALICATA N°3



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



R.U.C. :
DIRECCION :
CORREO ELECTRONICO :

20605918141
JR. MANCO CAPAC N° 120 -TARAPOTO
grupo4dingenieria@hotmail.com



PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS

Proyecto: "ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL METODO EMPIRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA – PERÚ 2021" Fecha 30-03-21
Ubicación: DISTRITO DE PARDO MIGUEL, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN
Calicata N°. 3 Muestr N°. _____ Profund. _____

Descripción del Suelo: _____

Preparación de la Muestra

Sin Pertubar ☒ Remoldeado ☐ Compactado ☐ Otros ☐
Compact. De Energía ☐ N° de Capas _____ Golpes / Capa _____ Pisón _____ Kgf Caida _____ cm
Molde N° _____ Contén. de hum. _____ % Compactación _____ % Diam. Mold. _____ cm Alt. del Suelo _____ cm
Preparación de Muestr. _____

Clasificación de Suelos

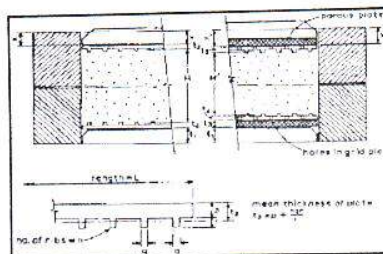
Grava 0 % Limit. Líquido _____
Arena _____ % Limite Plástico _____
Finos _____ % S.U.C.S. _____

Caja de Corte

Area 31.72 cm² Profund. Total: 2.560 cm

Ejemplo de Altura

t₁ _____ cm t₂ _____ cm t₃ _____ cm x _____ cm



Mediciones Iniciales

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Tensión Normal <u>0.25</u> kgf/cm ²	Tensión Normal <u>0.50</u> kgf/cm ²	Tensión Normal <u>1.00</u> kgf/cm ²
x _____ cm	x _____ cm	x _____ cm
H = <u>2.560</u> cm	H = <u>2.560</u> cm	H = <u>2.560</u> cm
Volumen <u>81.203</u> cm ³	Volume <u>81.203</u> cm ³	Volume <u>81.203</u> cm ³
Tara N°. <u>1</u>	Tara N°. <u>1</u>	Tara N°. <u>1</u>
P. Tara <u>109.0</u> gr	P. Tara <u>109.0</u> gr	P. Tara <u>109.0</u> gr
P. Muestra hum. + Tara <u>295.7</u> gr	P. Muestra hum. + Tara <u>295.9</u> gr	P. Muestra hum. + Tara <u>297.0</u> gr
P. Muestra Seca + Tara <u>260.8</u> gr	P. Muestra Seca + Tara <u>260.9</u> gr	P. Muestra Seca + Tara <u>261.4</u> gr
P. Muestra Hum. <u>186.7</u> gr	P. Muestra Hum. <u>186.90</u> gr	P. Muestra Hum. <u>188</u> gr
P. Muestra Seca <u>151.80</u> gr	P. Muestra Seca <u>151.90</u> gr	P. Muestra Seca <u>152.400</u> gr
P. Agua <u>34.9</u> gr	P. Agua <u>35.00</u> gr	P. Agua <u>35.60</u> gr
Cont. Agua <u>22.99</u> %	Cont. Agua <u>23.04</u> %	Cont. Agua <u>23.36</u> %
Densidad Hum. <u>2.299</u> gr/cm ³	Densidad Hum. <u>2.302</u> gr/cm ³	Densidad Hum. <u>2.315</u> gr/cm ³
Densidad Seca <u>1.869</u> gr/cm ³	Densidad Seca <u>1.871</u> gr/cm ³	Densidad Seca <u>1.877</u> gr/cm ³

Obsevaciones : _____



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

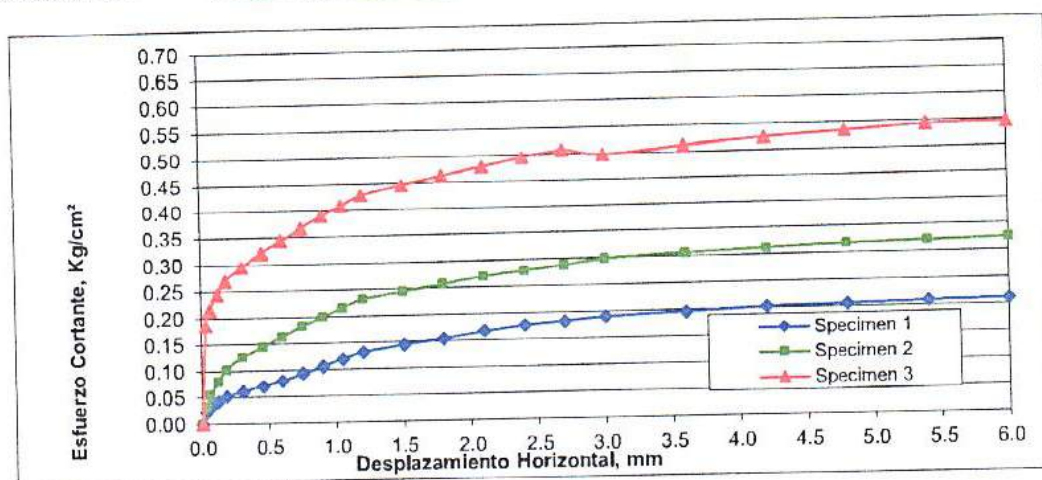
ASTM D3080, AASHTO T236
PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES DRENADO CONSOLIDADO

Proyecto: "ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL METODO EMPIRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA – PERU 2021"

Ubicación : DISTRITO DE PARDO MIGUEL, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

Calicata N°. 3 Muestr N° Profund. mar.-21

Descripción del Suelo:



Archenti Zagarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP. N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Téc. Laboratorio



Análisis de la Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal (σ)	Esfuerzo Cortante (τ)	$(\sigma)(\tau)$	σ^2	τ^2
0.25	0.21	0.05	0.062500000	0.0446
0.50	0.32	0.16	0.250000000	0.1054
1.00	0.55	0.55	1.000000000	0.2976
1.75	1.08	0.76	1.312500000	0.4476

Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		Cov(σ, τ)	V(σ)
0.583333333		0.360479679		0.043282922	0.097222222

Valores del Esfuerzo Normal y Esfuerzo Cortante corregidos por Regresión Lineal Simple

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
0	0.100782146
0.25	0.212081088
0.50	0.323380031
1.00	0.545977917

Cohesión UU:

0.101

Kgf/cm²

Ángulo de fricción (ϕ):

24.00

$$r^2 = bb'$$

b	b'
0.445195771	2.246099287

$$r^2 = 0.99995390$$

< 0.8 Repetir ensayo

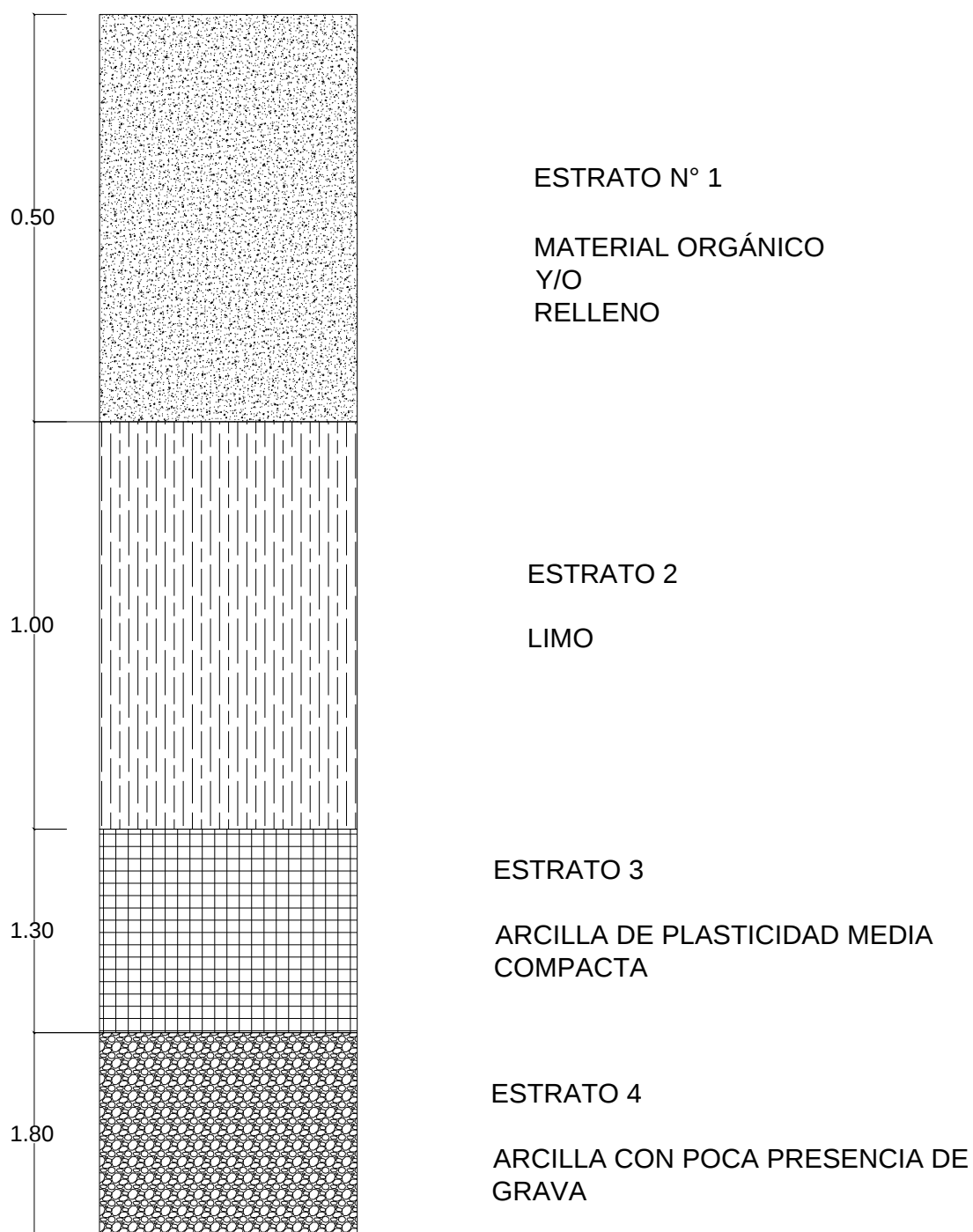
$$r = 0.99997695$$

$$\text{Error} = 0.00460959 \quad \%$$

Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIB: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio

Perfil del suelo	
Proyecto:	ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y EL MÉTODO EMPÍRICO DE LA BARRA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS – DISTRITO PARDO MIGUEL – PROVINCIA RIOJA - PERÚ 2021
Calicata N°:	03



- Cálculo de la capacidad admisible utilizando la fórmula de Terzaghi

$$qd = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C.N'c + Y.Z.N'q + 0.4Y.B.N'y$$

Tabla 6: Cálculo de capacidad admisible por formula de Terzaghi de C-03

PUNTO DE ESTUDIO	Clasificación SUCS	Nivel freático (m)	Y (kg/cm3)	Z (cm)	C (kg/cm2)	Ø (°)	N'_c	N'_q	N'_y	q_u (kg/cm2)	q_{adm} (kg/cm2)	B Propuesto (cm)
Cal. N°03	CL	0	0.0023	150	0.101	24	14.14	5.2	1.97	3.140	1.047	60.00
							14.14	5.2	1.97	3.213	1.071	100.00

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Cálculos del método empírico de la barra

Una vez obtenidos los datos requeridos para hacer los cálculos correspondientes y encontrar el esfuerzo admisible del suelo, los procesamos en las fórmulas.

Para mayor exactitud, se optó por realizar 5 ensayos por el método de la barra en cada calicata, para después sacar un promedio y así obtener la profundidad de la perforación en el suelo por calicata, y por siguiente reemplazar esos dichos datos en las fórmulas y obtener la capacidad admisible del suelo.

- **Calicata N° 01**

W = peso de la barra (kg) = 3.450 kg

H = altura desde el suelo hasta la punta de la barra (cm) = 100 cm

D = diámetro de la barra (cm) = 2.54 cm

$h_{prom.}$ = profundidad de la perforación en el suelo (cm)

- **$h_1 = 11$ cm**

- **$h_2 = 11$ cm**

- **$h_3 = 11.8$ cm**

- **$h_4 = 9$ cm**

- **$h_5 = 8.5$ cm**

$$h_{prom.} = \left(\frac{11+11+11.8+9+8.5}{5} \right) = 10.26 \text{ cm}$$

Reemplazando en la **fórmula 1**:

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h} \right)$$

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{3.450*100}{\pi*2.54^2*10.26}\right)$$

$$q_{adm.} = (0.60) * \left(\frac{345}{207.952}\right)$$

$$q_{adm.} = (0.60) * (1.659)$$

$$q_{adm.} = 0.995 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando en la **fórmula 2**:

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$$

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{10.26}\right) * 10$$

$$q_{adm.} = (0.0974) * 10$$

$$q_{adm.} = 0.974 \text{ kg/cm}^2$$

- **Calicata N° 02**

W = peso de la barra (kg) = **3.450 kg**

H = altura desde el suelo hasta la punta de la barra (cm) = **100 cm**

D = diámetro de la barra (cm) = **2.54 cm**

$h_{prom.}$ = profundidad de la perforación en el suelo (cm)

- **h_1 = 12 cm**

- **h_2 = 10 cm**

- **h_3 = 10.8 cm**

- $h_4 = 9 \text{ cm}$
- $h_5 = 10.7 \text{ cm}$

$$h_{prom.} = \left(\frac{12+10+10.8+9+10.7}{5} \right) = 10.5 \text{ cm}$$

Reemplazando en la **fórmula 1**:

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h} \right)$$

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{3.450*100}{\pi*2.54^2*10.5} \right)$$

$$q_{adm.} = (0.60) * \left(\frac{345}{212.817} \right)$$

$$q_{adm.} = (0.60) * (1.621)$$

$$q_{adm.} = 0.972 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando en la **fórmula 2**:

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{h} \right) * 10$$

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{10.50} \right) * 10$$

$$q_{adm.} = (0.0952) * 10$$

$$q_{adm.} = 0.952 \text{ kg/cm}^2$$

- **Calicata N° 03**

W = peso de la barra (kg) = **3.450 kg**

H = altura desde el suelo hasta la punta de la barra (cm) = **100 cm**

D = diámetro de la barra (cm) = **2.54 cm**

$h_{prom.}$ = profundidad de la perforación en el suelo (cm)

- **h_1 = 12 cm**

- **h_2 = 12 cm**

- **h_3 = 12.5 cm**

- **h_4 = 12.6 cm**

- **h_5 = 12.8 cm**

$$h_{prom.} = \left(\frac{12+12+12.5+12.6+12.8}{5} \right) = 12.38 \text{ cm}$$

Reemplazando en la **fórmula 1**:

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h} \right)$$

$$q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{3.450*100}{\pi*2.54^2*12.38} \right)$$

$$q_{adm.} = (0.60) * \left(\frac{345}{250.922} \right)$$

$$q_{adm.} = (0.60) * (1.375)$$

$$q_{adm.} = 0.825 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando en la fórmula 2:

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$$

$$q_{adm.} = \left(\frac{1}{12.38}\right) * 10$$

$$q_{adm.} = (0.0807) * 10$$

$$q_{adm.} = 0.807 \text{ kg/cm}^2$$

4.5.3. Comparación de resultados entre método de corte directo y el método empírico de la barra (ancho de zapata de 1 m.)

Tabla 7: Comparación de los Qadm entre los 2 métodos (ancho de zapata 1 m)

	Corte directo	Empírico de la barra		
	$q_d = 1.3 \left(\frac{2}{3}\right) C.N'c + Y.Z.N'q + 0.4Y.B.N'y$ FS = 3	Formula 1 $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W * H}{\pi * D^2 * h}\right)$	Formula 2 $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$	
Calicata N°1	1,086	0,995	0,974	kg/cm2
Calicata N°2	0,984	0,972	0,952	kg/cm2
Calicata N°3	1,071	0,825	0,807	kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Porcentaje de aproximación del método empírico de la barra frente al método certificado del corte directo (ancho de zapata 1 m)

	Corte directo	Empírico de la barra	
	$q_d = 1.3 \left(\frac{2}{3}\right) C.N'c + Y.Z.N'q + 0.4Y.B.N'y$ FS = 3	Formula 1 $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W * H}{\pi * D^2 * h}\right)$	Formula 2 $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$
Calicata N°1	100,00%	91,62%	89,69%
Calicata N°2	100,00%	98,78%	96,75%
Calicata N°3	100,00%	77,03%	75,35%

Fuente: Elaboración Propia

4.5.4. Comparación de resultados entre método de corte directo y el método empírico de la barra (cimiento corrido de 0.60m de ancho)

Tabla 9: Comparación de los Qadm entre los 2 métodos (cimiento corrido ancho 0.60m)

	Corte directo	Empírico de la barra		
	$qd = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C.N'c + Y.Z.N'q + 0.4Y.B.N'y$ FS = 3	Formula 1 $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{W * H}{\pi * D^2 * h} \right)$	Formula 2 $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h} \right) * 10$	
Calicata N°1	1,074	0,995	0,974	kg/cm2
Calicata N°2	0,983	0,972	0,952	kg/cm2
Calicata N°3	1,047	0,825	0,807	kg/cm2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Porcentaje de aproximación del método empírico de la barra frente al método certificado del corte directo (cimiento corrido ancho 0.60m)

	Corte directo	Empírico de la barra	
	$qd = 1.3 \left(\frac{2}{3} \right) C.N'c + Y.Z.N'q + 0.4Y.B.N'y$ FS = 3	Formula 1 $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10} \right) * \left(\frac{W * H}{\pi * D^2 * h} \right)$	Formula 2 $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h} \right) * 10$
Calicata N°1	100,00%	92,64%	90,69%
Calicata N°2	100,00%	98,88%	96,85%
Calicata N°3	100,00%	78,80%	77,08%

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones

- ✓ Según Terzaghi, para calcular la capacidad admisible de un suelo después de haber obtenido ya la capacidad ultima, se necesita utilizar un factor de seguridad mayor o igual a 3, para que este sea dividido con la capacidad ultima. Mientras que, en el método empírico de la barra, solo se utiliza una fórmula para obtener la capacidad admisible sin necesidad de un factor de seguridad.
- ✓ En la fórmula de Terzaghi, se necesita factores de carga para poder calcular la capacidad portante del suelo, para la cual necesitamos para obtener la capacidad de carga admisible. Sin embargo, en el método de la barra solo se necesita conocer el peso de la barra, su diámetro de la misma, su profundidad de perforación en el suelo y la altura desde el suelo hasta la punta de la barra.
- ✓ Para realizar del ensayo de corte directo en suelo arcillosos, toma alrededor de 2 a 3 días en laboratorio, pero para el de la barra se puede obtener los resultados el mismo día de la excavación.
- ✓ En el ensayo de corte directo se obtiene el ángulo de fricción y cohesión del suelo, así mismo se hace uso de otras fórmulas y tablas de factores de cargas de diferentes autores, como en este caso empleamos la de Terzaghi para poder calcular la capacidad portante y admisible; en cambio por el método de la barra, se emplea 1 sola fórmula para calcular la carga admisible sin necesidad de recurrir a un laboratorio de suelos.

5.2. Conclusiones

A la luz de los resultados se concluye:

- ✓ El valor de q_{adm} del suelo determinado por el método de la barra es aproximadamente semejante en 91% al encontrado a través del ensayo de corte directo, siempre y cuando el suelo sea predominantemente limo, arena o arcilloso.

- ✓ Para el “método de la barra” se obtuvieron aplicando las fórmulas $q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h}\right)$ y $q_{adm.} = \left(\frac{1}{h}\right) * 10$.

El valor promedio de los resultados obtenidos para q_{adm} para la calicata N°01 aplicando la fórmula 1 fue de 0.995 kg/cm² y 0.974 kg/cm² según la fórmula 2, pero alcanzo un valor promedio de 1.086 kg/cm² según el ensayo de corte directo. Para la calicata N°02 aplicando la fórmula 1 y 2 fue de 0.972 kg/cm² y 0.952 kg/cm², respectivamente, y de 0.984 kg/cm² según el ensayo de corte directo. Para la calicata N°03 aplicando la fórmula 1 y 2 fue de 0.825 kg/cm² y 0.807 kg/cm², respectivamente y de 1.071 kg/cm² por el ensayo de corte directo, para un ancho de zapata de 1 m. Como también para un cimiento corrido de 0.60 m de ancho se obtuvieron el valor promedio de los resultados de q_{adm} para la calicata N°01 de 1.074 kg/cm² según el ensayo de corte directo. Para la calicata N°02 de 0.983 kg/cm² según el ensayo de corte directo. Para la calicata N°03 de 1.047 kg/cm² por el ensayo de corte directo.

- ✓ La aplicación de la fórmula 1 para el método empírico de la barra arroja valores más consistentes que se aproximan a los valores de q_{adm} determinado por el ensayo de corte directo, existiendo una diferencia por defecto entre el resultado del

método de la barra y el ensayo de corte directo, de **1.21 %** para la calicata N° 02 y de **8.37 %** para la calicata N° 01 y **22.96 %** para la calicata N°03; siendo los resultados más próximos según la densidad seca menor, para ancho de zapata de 1m.

- ✓ En la Calicata C-01 haciendo uso del método empírico de la barra empleando la fórmula 1, se obtuvo un **0.995 kg/cm²** y usando la fórmula 2 se obtuvo un **0.974 kg/cm²**; mientras que por el método del corte directo resulto **1.086 kg/cm²**.
- ✓ En la Calicata C-01 en relación a porcentajes de aproximación del método empírico de la barra frente al método certificado del corte directo, **91.62%** por la fórmula 1 y un **89.69%** por la fórmula 2 en relación al **100%** del corte directo.
- ✓ En la Calicata C-02 haciendo uso del método empírico de la barra empleando la fórmula 1, se obtuvo un **0.972 kg/cm²** y usando la fórmula 2 se obtuvo un **0.952 kg/cm²**; mientras que por el método del corte directo resulto **0.984 kg/cm²**.
- ✓ En la Calicata C-02 en relación a porcentajes de aproximación del método empírico de la barra frente al método certificado del corte directo, **98.78%** por la fórmula 1 y un **96.75%** por la fórmula 2 en relación al **100%** del corte directo.
- ✓ En la Calicata C-03 haciendo uso del método empírico de la barra empleando la fórmula 1, se obtuvo un **0.825 kg/cm²** y usando la fórmula 2 se obtuvo un **0.807 kg/cm²**; mientras que por el método del corte directo resulto **1.071 kg/cm²**.
- ✓ En la Calicata C-03 en relación a porcentajes de aproximación del método empírico de la barra frente al método certificado del

corte directo, **77.03%** por la fórmula 1 y un **75.35%** por la fórmula 2 en relación al **100%** del corte directo.

- ✓ Según la clasificación SUCS, el suelo de estudio es CL, pero en la calicata 3 sus valores se alejan a los resultados de las otras 2, debido a la presencia de gravilla en la calicata 3.
- ✓ Mientras el ancho base de la zapata sea menor a 1 m, el método empírico de la barra será más efectiva debido a que se asemeja más a los resultados del corte directo.
- ✓ El ensayo de corte directo puede ser realizado en todo tipo de suelos inalterados, remoldeados y/o compactados.
- ✓ Los resultados obtenidos por el ensayo de corte directo son más precisos y son aplicables para estimar la resistencia al corte en una situación de campo donde haya ocurrido una completa consolidación bajo los esfuerzos normales actuantes.
- ✓ El método empírico de la barra no reemplaza los ensayos realizados en laboratorio, sin embargo, permite obtener información del terreno de forma rápida con confiabilidad mayor al 90% y a un bajo costo.
- ✓ El método de corte directo demora de 2 a 3 días obtener los resultados de q_{adm} . Por otra parte, el método empírico de la barra nos permite obtener los resultados el mismo día de la excavación.

5.3. Recomendaciones

5.3.1. Método empírico de la barra

Según los resultados se recomienda:

- ✓ Hacer uso de este método en suelos limos y arcillas de mediana o baja plasticidad.
- ✓ Utilizar de este método para un cimiento corrido de 0.60 m de ancho.
- ✓ Hacer uso de este método para un ancho de zapata de máximo de 1 m; ya que, si el ancho base fuera mayor, los resultados obtenidos por el método empírico de la barra no se aproximarían a los determinados por el ensayo de corte directo.
- ✓ Utilizar la fórmula 1, por arrojar resultados más consistentes que se aproximan a los valores determinados con el ensayo de corte directo.

$$\text{Fórmula 1: } q_{adm.} = \left(\frac{6}{10}\right) * \left(\frac{W*H}{\pi*D^2*h}\right)$$

- ✓ Utilizar una barra con punta roma (redonda), de preferencia usada, con un peso de 3.45 kg, un diámetro de 2.54 cm y 1.24 cm de longitud, que sea de superficie lisa y en buen estado.
- ✓ La altura que se debe dejar caer la barra debe ser exactamente de 1 m.
- ✓ Para mayor exactitud de la profundidad de perforación en el suelo, se debe realizar 5 pruebas de caída de barra por calicata, distribuidas 1 en la parte céntrica y las 4 esquinas de la calicata para luego sacar un promedio.

- ✓ No usar el método de la barra para suelos con presencia de grava.
- ✓ Usar este método empírico en lugares donde no haya presencia de un laboratorio de estudio de suelos y para diseño de edificaciones de 2 niveles como máximo.

5.3.2. Método de corte directo

Según los resultados se recomienda:

- ✓ Extraer muestras en suelos inalterados (superficiales) para el ensayo de corte directo, hacer uso de muestras cilíndricas.
- ✓ El molde cilíndrico de metal que tenga una longitud de 50 cm y un diámetro de 4" o 10.16 cm.
- ✓ El molde cilíndrico para las muestras al momento de colocar la mezcla de yeso, lo realicen cuando el molde se encuentra aún en la calicata con la muestra antes de retirarlo del suelo.
- ✓ La comba que se va usar para el ensayo tenga un peso mínimo 5 kg.
- ✓ Al momento de realizar la presión del molde con el peso de la comba por gravedad, colocar una pequeña tabla sobre la parte superior del molde y así no dañar al molde cilíndrico de metal.
- ✓ El molde cilíndrico metálico al momento de presionar contra el suelo, hacer que este avance de forma recta y así poder sacar una buena muestra para el ensayo.

- ✓ Utilizar en lo posible el ensayo de corte directo por la mayor precisión de sus resultados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Braja M. Das. *“Fundamentos de ingeniería geotécnica”*. México. Sergio R. Cervantes González, 2015.
2. Lambe T. William y Whitman Robert V. *“Mecánica de suelos”*. México. Limusa, 2004. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/200920659/Mecanica-de-Suelos-lambe>
3. Espinosa Gallardo, Javier O. *“Parámetros para el cálculo y diseño de estructuras tipo invernadero y comparación con estructuras metálicas convencionales”*. Ecuador. 2006.
4. Fernández Gálvez, Renan Alexander. *“Capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos SPT y corte directo en el Distrito de Aguas Verdes – Tumbes”*. Perú. 2015.
5. Martínez Quiroz, Enrique Napoleón. *“Teoría y práctica de mecánica de suelos”*. Perú. 2014.
6. Crespo Villalas, Carlos. *“Mecánica de Suelos y cimentaciones”*. 5ta Edición. México. Limusa Noriega Editores, 2004.
7. Terzaghi, Karl Von y Peck, Ralph B. *“Mecánica de suelos en la ingeniería practica”*. 2da Edición. El Ateneo, 1973.
8. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *“Manual de Ensayo de Materiales”*. Edición mayo del 2016. Perú.
9. Braja, M. Das. *“Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones”*. 7ma Edición. México. Cengage Editores S.A, 2012.

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del problema	Objetivos	Variables
Principal	General	V. Independiente
¿Cuál es la relación existente entre los resultados del ensayo del corte directo y el ensayo empírico de la barra en la determinación de la capacidad portante?	Determinar la relación existente entre los resultados obtenidos a través del ensayo de corte directo y el ensayo de la barra en la determinación de la capacidad portante.	Ensayo corte directo. Ensayo método empírico de la barra.
Secundarios	Específicos	V. Dependiente
¿Cuáles son los resultados que se obtiene mediante método de corte directo?	Determinar los valores de los resultados del ensayo del corte directo para determinar la capacidad portante del suelo en la localidad de Naranjos.	Capacidad portante
¿Cuáles son los resultados que se obtiene mediante el método empírico de la barra?	Determinar los resultados obtenidos a través del ensayo empírico de la barra para determinar la capacidad portante del suelo en la localidad de Naranjos.	
¿Cuál es la relación existente entre el ensayo de corte directo y el método de la barra?	Comparar la capacidad portante obtenido por el ensayo de corte directo y el método de la barra.	

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ilustración 31: Hoja de recolección de datos de corte directo

ENSAYO DE CORTE DIRECTO		
ASTM D3080		
INFORME : _____	DESCRIPCION DEL SUELO: _____	
PROYEC. : _____	CERTIFICADO : _____	
REALIZADO : _____	UBICACIÓN : _____	
FECHA : _____	HORA DE ENSAYO : _____	

Sondeo : _____ Muestra : _____ ESPECIMEN 1 Altura : - mm Lado : - mm D. Seca : 0.5 mm/min gr/cm³ Humedad : 53.42 % Esf. Normal : - kg/cm² Esf. Corte : - kg/cm²	Profundidad : _____ Estado : INALTERADO ESPECIMEN 2 Altura : - mm Lado : - mm D. Seca : 1.13 gr/cm³ Humedad : 53.42 % Esf. Normal : - kg/cm² Esf. Corte : - kg/cm²	Velocidad : 0.5 mm/min Clasificación SUCS : _____ ESPECIMEN 3 Altura : - mm Lado : - mm D. Seca : 1.13 gr/cm³ Humedad : 53.42 % Esf. Normal : - kg/cm² Esf. Corte : - kg/cm²
--	---	--

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Desp. lateral (mm)</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo de Corte (kg/cm²)</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo Normalizado (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.03</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.06</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.30</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.45</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.75</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.05</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.50</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.70</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.00</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (kg)	0.00			0.03			0.06			0.12			0.18			0.30			0.45			0.60			0.75			0.90			1.05			1.20			1.50			1.80			2.10			2.40			2.70			3.00			3.60			4.20			4.80			5.40			6.00			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Desp. lateral (mm)</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo de Corte (kg/cm²)</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo Normalizado (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.03</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.06</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.30</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.45</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.75</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.05</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.50</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.70</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.00</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (kg)	0.00			0.03			0.06			0.12			0.18			0.30			0.45			0.60			0.75			0.90			1.05			1.20			1.50			1.80			2.10			2.40			2.70			3.00			3.60			4.20			4.80			5.40			6.00			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Desp. lateral (mm)</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo de Corte (kg/cm²)</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo Normalizado (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.03</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.06</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.30</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.45</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.75</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.05</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.50</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.70</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.00</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (kg)	0.00			0.03			0.06			0.12			0.18			0.30			0.45			0.60			0.75			0.90			1.05			1.20			1.50			1.80			2.10			2.40			2.70			3.00			3.60			4.20			4.80			5.40			6.00		
Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (kg)																																																																																																																																																																																																																								
0.00																																																																																																																																																																																																																										
0.03																																																																																																																																																																																																																										
0.06																																																																																																																																																																																																																										
0.12																																																																																																																																																																																																																										
0.18																																																																																																																																																																																																																										
0.30																																																																																																																																																																																																																										
0.45																																																																																																																																																																																																																										
0.60																																																																																																																																																																																																																										
0.75																																																																																																																																																																																																																										
0.90																																																																																																																																																																																																																										
1.05																																																																																																																																																																																																																										
1.20																																																																																																																																																																																																																										
1.50																																																																																																																																																																																																																										
1.80																																																																																																																																																																																																																										
2.10																																																																																																																																																																																																																										
2.40																																																																																																																																																																																																																										
2.70																																																																																																																																																																																																																										
3.00																																																																																																																																																																																																																										
3.60																																																																																																																																																																																																																										
4.20																																																																																																																																																																																																																										
4.80																																																																																																																																																																																																																										
5.40																																																																																																																																																																																																																										
6.00																																																																																																																																																																																																																										
Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (kg)																																																																																																																																																																																																																								
0.00																																																																																																																																																																																																																										
0.03																																																																																																																																																																																																																										
0.06																																																																																																																																																																																																																										
0.12																																																																																																																																																																																																																										
0.18																																																																																																																																																																																																																										
0.30																																																																																																																																																																																																																										
0.45																																																																																																																																																																																																																										
0.60																																																																																																																																																																																																																										
0.75																																																																																																																																																																																																																										
0.90																																																																																																																																																																																																																										
1.05																																																																																																																																																																																																																										
1.20																																																																																																																																																																																																																										
1.50																																																																																																																																																																																																																										
1.80																																																																																																																																																																																																																										
2.10																																																																																																																																																																																																																										
2.40																																																																																																																																																																																																																										
2.70																																																																																																																																																																																																																										
3.00																																																																																																																																																																																																																										
3.60																																																																																																																																																																																																																										
4.20																																																																																																																																																																																																																										
4.80																																																																																																																																																																																																																										
5.40																																																																																																																																																																																																																										
6.00																																																																																																																																																																																																																										
Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (kg)																																																																																																																																																																																																																								
0.00																																																																																																																																																																																																																										
0.03																																																																																																																																																																																																																										
0.06																																																																																																																																																																																																																										
0.12																																																																																																																																																																																																																										
0.18																																																																																																																																																																																																																										
0.30																																																																																																																																																																																																																										
0.45																																																																																																																																																																																																																										
0.60																																																																																																																																																																																																																										
0.75																																																																																																																																																																																																																										
0.90																																																																																																																																																																																																																										
1.05																																																																																																																																																																																																																										
1.20																																																																																																																																																																																																																										
1.50																																																																																																																																																																																																																										
1.80																																																																																																																																																																																																																										
2.10																																																																																																																																																																																																																										
2.40																																																																																																																																																																																																																										
2.70																																																																																																																																																																																																																										
3.00																																																																																																																																																																																																																										
3.60																																																																																																																																																																																																																										
4.20																																																																																																																																																																																																																										
4.80																																																																																																																																																																																																																										
5.40																																																																																																																																																																																																																										
6.00																																																																																																																																																																																																																										

OBSERVACIONES: _____

Fuente: Propia

Ilustración 32: Hoja de recolección de datos de corte directo de la calicata N° 01

ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
ASTM D3080			
INFORME:	DESCRIPCION DEL SUELO: <u>CL</u>		<i>Mediano plas</i>
PROYEC.:			
REALIZADO:	CERTIFICADO :		
UBICACIÓN:			
FECHA: <u>15-05-21</u>	HORA DE ENSAYO		: <u>9.45 a.m.</u>

Sondaje: Muestra:	Profundidad: <u>1.50</u> Estado: <u>INALTERADO</u>	Velocidad: 0.5 mm/min Clasificación SUGS:
----------------------	---	--

ESPECIMEN 1

Altura: - mm

Lado: - mm

D. Seca: 0.5 mm/min gr/cm³

Humedad: 53.42 %

Est. Normal: - kg/cm²

Est. Corte: - kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura: - mm

Lado: - mm

D. Seca: 1.13 gr/cm³

Humedad: 53.42 %

Est. Normal: - kg/cm²

Est. Corte: - kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura: - mm

Lado: - mm

D. Seca: 1.13 gr/cm³

Humedad: 53.42 %

Est. Normal: - kg/cm²

Est. Corte: - kg/cm²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (s/g)	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (s/g)	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (s/g)
0.00	—	—	0.00	—	—	0.00	—	—
0.03	47		0.03	86		0.03	88	
0.06	54		0.06	118		0.06	120	
0.12	60		0.12	131		0.12	128	
0.18	67		0.18	166		0.18	132	
0.30	77		0.30	193		0.30	174	
0.45	94		0.45	215		0.45	191	
0.60	106		0.60	234		0.60	228	
0.75	119		0.75	245		0.75	248	
0.90	133		0.90	256		0.90	267	
1.05	148		1.05	265		1.05	271	
1.20	161		1.20	270		1.20	285	
1.50	188		1.50	279		1.50	299	
1.80	202		1.80	289		1.80	311	
2.10	213		2.10	297		2.10	320	
2.40	213		2.40	303		2.40	326	
2.70	209		2.70	306		2.70	332	
3.00	205		3.00	306		3.00	337	
3.60	194		3.60	293		3.60	340	
4.20	180		4.20	287		4.20	343	
4.80	168		4.80	277		4.80	343	
5.40	159		5.40	254		5.40	336	
6.00	151		6.00	247		6.00	335	

OBSERVACIONES:

Fuente: Propia

Ilustración 33: Hoja de recolección de datos de corte directo de la calicata N° 02

ASTM D3080

INFORME: _____	DESCRIPCIÓN DEL SUELO: <u>CH 6 4#</u>
PROYEC.: _____	CERTIFICADO: _____
REALIZADO: _____	
UBICACIÓN: _____	
FECHA: <u>15-05-21</u>	HORA DE ENSAYO: <u>2.50 pm</u>

Sondaje: _____

Muestra: _____

Profundidad: 1.50

Estado: INALTERADO

Velocidad: 0.5 mm/min

Clasificación SUCS: _____

ESPECIMEN 1

Altura: - mm

Lado: - mm

D. Seca: 0.5 mm/min gr/cm³

Humedad: 53.42 %

Est. Normal: - kg/cm²

Est. Corte: - kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura: - mm

Lado: - mm

D. Seca: 1.13 gr/cm³

Humedad: 53.42 %

Est. Normal: - kg/cm²

Est. Corte: - kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura: - mm

Lado: - mm

D. Seca: 1.13 gr/cm³

Humedad: 53.42 %

Est. Normal: - kg/cm²

Est. Corte: - kg/cm²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	—	—
0.03	31	
0.06	38	
0.12	48	
0.18	59	
0.30	68	
0.45	80	
0.60	89	
0.75	92	
0.90	101	
1.05	101	
1.20	101	
1.50	98	
1.80	95	
2.10	93	
2.40	91	
2.70	89	
3.00	85	
3.60	82	
4.20	81	
4.80	81	
5.40	81	
6.00	81	

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	—	—
0.03	54	
0.06	73	
0.12	89	
0.18	102	
0.30	126	
0.45	130	
0.60	142	
0.75	150	
0.90	156	
1.05	160	
1.20	165	
1.50	171	
1.80	173	
2.10	175	
2.40	176	
2.70	176	
3.00	177	
3.60	177	
4.20	175	
4.80	173	
5.40	172	
6.00	170	

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	—	—
0.03	83	
0.06	113	
0.12	133	
0.18	148	
0.30	171	
0.45	186	
0.60	200	
0.75	213	
0.90	218	
1.05	222	
1.20	233	
1.50	245	
1.80	254	
2.10	261	
2.40	267	
2.70	271	
3.00	272	
3.60	275	
4.20	275	
4.80	272	
5.40	269	
6.00	269	

OBSERVACIONES: _____

Fuente: Propia

Ilustración 34: Hoja de recolección de datos de corte directo de la calicata N° 03

ASTM D3080

INFORME: _____ **DESCRIPCION DEL SUELO:** CL Mediana

PROYEC.: _____ **CERTIFICADO :** _____

REALIZADO: _____ **UBICACIÓN:** _____

FECHA: 19-05-21 **HORA DE ENSAYO :** 5:50 pm

Sondaje: _____ Profundidad: 1.50
Muestra: _____ Estado: INALTERADO

ESPECIMEN 1 **ESPECIMEN 2** **ESPECIMEN 3**

Altura: - mm Altura: - mm Altura: - mm
Lado: - mm Lado: - mm Lado: - mm
D. Seca: 0.5 mm/min gr/cm³ D. Seca: 1.13 gr/cm³ D. Seca: 1.13 gr/cm³
Humedad: 53.42 % Humedad: 53.42 % Humedad: 53.42 %
Esf. Normal: - kg/cm² Esf. Normal: - kg/cm² Esf. Normal: - kg/cm²
Esf. Corte: - kg/cm² Esf. Corte: - kg/cm² Esf. Corte: - kg/cm²

Velocidad: 0.5 mm/min
Clasificación SUCS:

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/g)	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/g)	Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/g)
0.00	—	—	0.00	—	—	0.00	—	—
0.03	39		0.03	56		0.03	61	
0.06	76		0.06	89		0.06	93	
0.12	98		0.12	107		0.12	105	
0.18	104		0.18	105		0.18	120	
0.30	113		0.30	130		0.30	136	
0.45	127		0.45	146		0.45	153	
0.60	139		0.60	162		0.60	178	
0.75	149		0.75	178		0.75	186	
0.90	155		0.90	184		0.90	199	
1.05	162		1.05	190		1.05	205	
1.20	168		1.20	196		1.20	213	
1.50	179		1.50	208		1.50	228	
1.80	192		1.80	217		1.80	232	
2.10	198		2.10	221		2.10	237	
2.40	201		2.40	225		2.40	241	
2.70	202		2.70	230		2.70	248	
3.00	197		3.00	230		3.00	251	
3.60	186		3.60	229		3.60	253	
4.20	171		4.20	223		4.20	255	
4.80	153		4.80	216		4.80	251	
5.40	147		5.40	207		5.40	247	
6.00	132		6.00	183		6.00	231	

OBSERVACIONES: _____

Fuente: Propia

Ilustración 35: Hoja de recolección de datos del Método de la barra C-1

Tema: Método de la barra

* **Calicata N° 01**

• $W =$ Peso de la barra = 3.450 kg

$H =$ Altura desde el suelo hasta = 100 cm
la punta de la barra

$D =$ diámetro de la barra = 2.54 cm

$h =$ Profundidad de la perforación del
suelo

- $h_1 = 11$ cm

- $h_2 = 11$ cm

- $h_3 = 11.8$ cm

- $h_4 = 9$ cm

- $h_5 = 8.5$ cm

Ilustración 36: Hoja de recolección de datos del Método de la barra C-2

Tema: Método de la barra. . .

* Calicata nº 02

W = Peso de la barra = 3.450 kg

H = Altura desde el suelo hasta = 100 cm
la punta de la barra

$\varnothing$ = Diámetro de la barra = 2.54 cm

h = Profundidad de la perforación del
suelo.

- h_1 = 12 cm

- h_2 = 10 cm

- h_3 = 10.8 cm

- h_4 = 9 cm

- h_5 = 10.7 cm

Fuente: Propia

Ilustración 37: Hoja de recolección de datos del Método de la barra C-3

Tema: Método de la barra

*** Calicota nº 03**

$W =$ Peso de la barra $= 3.450 \text{ kg}$

$H =$ Altura desde el suelo hasta la punta de la barra $= 100 \text{ cm}$

$D =$ Diámetro de la barra $= 2.54 \text{ cm}$

$h =$ Profundidad de la perforación del suelo

- $h_1 = 12 \text{ cm}$

- $h_2 = 12 \text{ cm}$

- $h_3 = 12.5 \text{ cm}$

- $h_4 = 12.6 \text{ cm}$

- $h_5 = 12.8 \text{ cm}$

ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 23: Medición de 1 m de altura desde el fondo de calicata y colocación del hilo con clavos para calicata C-01



Fuente: Propia

Foto 24: Caída de la barra por efecto de gravedad con la punta hacia abajo desde la altura indicada por el hilo en C-01



Fuente: Propia

Foto 25: Medición de la profundidad de perforación de la barra en el suelo en C-01



Fuente: Propia

Foto 26: Medición de 1 m desde el fondo de calicata y colocación del hilo con clavos para C-02



Fuente: Propia

Foto 27: Caída de la barra por efecto de gravedad con la punta hacia abajo desde la altura del hilo en C-02.



Fuente: Propia

Foto 28: Medición de la profundidad de perforación de la barra en el suelo en C-02



Fuente: Propia

Foto 29: Medición de 1 m desde el fondo de calicata y colocación del hilo con clavos en C-03



Fuente: Propia

Foto 30: Caída de la barra por efecto de gravedad con la punta hacia abajo desde la altura del hilo en C-03



Fuente: Propia

Foto 31: Medición de la profundidad de perforación de la barra en el suelo en C-03



Fuente: Propia

Foto 32: Colocación de molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del corte directo en C-01



Fuente: Propia

Foto 33: Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra en C-01



Fuente: Propia

Foto 34: Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar en C-01



Fuente: Propia

Foto 35: Retiro del molde con la muestra en C-01



Fuente: Propia

Foto 36: Protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere (C-01)



Fuente: Propia

Foto 37: Muestra lista para ser trasladada al laboratorio (C-01)



Fuente: Propia

Foto 38: Extrayendo la muestra del molde en el laboratorio (C-01)



Fuente: Propia

Foto 39: División de la muestra obtenida en 3 bloques para ser colocada en el anillo de corte



Fuente: Propia

Foto 40: Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola (C-01)



Fuente: Propia

Foto 41: Muestra ya pesada colocada en la caja de corte (C-01)



Fuente: Propia

Foto 42: Colocación de la caja de corte con la muestra en la máquina del corte directo (C-01)



Fuente: Propia

Foto 43: Muestra extraída después del ensayo de corte directo (C-01)



Fuente: Propia

Foto 44: Colocación de molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del corte directo (C-02)



Fuente: Propia

Foto 45: Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra en C-02



Fuente: Propia

Foto 46: Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar en C-02



Fuente: Propia

Foto 47: Retiro del molde con la muestra en C-02



Fuente: Propia

Foto 48: Protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere (C-02)



Fuente: Propia

Foto 49: Muestra lista para ser trasladada al laboratorio (C-02)



Fuente: Propia

Foto 50: Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola (C-02)



Fuente: Propia

Foto 51: Muestra ya pesada colocada en la caja de corte (C-02)



Fuente: Propia

Foto 52: Muestra extraída después del ensayo de corte directo (C-02)



Fuente: Propia

Foto 53: Colocación de molde metálico cilíndrico para extraer la muestra del corte directo (C-03)



Fuente: Propia

Foto 54: Se ejerce presión en el molde dejando caer la comba por efecto de gravedad para toma de muestra en C-03



Fuente: Propia

Foto 55: Se coloca mezcla de yeso en la parte superior del molde para que la muestra no se vaya a alterar en C-03



Fuente: Propia

Foto 56: Retiro del molde con la muestra en C-03



Fuente: Propia

Foto 57: Protección de la parte inferior del molde con film, para que la muestra no se altere (C-03)



Fuente: Propia

Foto 58: Muestra lista para ser trasladada al laboratorio (C-03)



Fuente: Propia

Foto 59: Enrase de las superficies planas de la muestra en el anillo de corte y pesándola (C-03)



Fuente: Propia

Foto 60: Muestra ya pesada colocada en la caja de corte (C-03)



Fuente: Propia

Foto 61: Muestra extraída después del ensayo de corte directo (C-03)



Fuente: Propia