



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Excavación masiva para muros anclados en sótanos para la disminución de  
asentamientos en obras de edificaciones de Lima, 2017

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

**AUTOR:**

Ricardo Briceño Huamaní

**ASESOR:**

Dr. Abel Muñoz Paucarmayta

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Administración y Seguridad de la construcción

LIMA - PERÚ

2017 - I

## Página del jurado

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

### **Dedicatoria**

A mis hijas Marycarmen y Angely por haber comprendido todos estos años de estudio.

A mi esposa Yackelin por apoyarme en el cumplimiento de mis metas.

A mis padres Alicia y Ponciano, aunque mi padre ya no está físicamente con nosotros siempre estuvo presente en mi corazón.

A toda mi familia, que tengan presente que con esfuerzo y sacrificio todo es posible, a todos ellos que son mi motivación.

*El autor*

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por acompañarme siempre en cada paso de mi camino.

A la Universidad Cesar Vallejo “SUBE” por haberme dado la oportunidad de terminar mi formación profesional.

A la empresa JJC Contratistas Generales por permitirme realizar esta investigación en una de sus obras.

*El autor*



## **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Ricardo Briceño Huamaní, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 10400949 con la tesis titulado: “Excavación masiva para muros anclados en sótanos para la disminución de asentamientos en obras de edificaciones de Lima, 2017”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometién dome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, agosto del 2017

---

Ricardo Briceño Huamaní

DNI N° 10400949

## **Presentación**

Señores miembros del jurado

Se pone a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado “Excavación masiva para muros anclados en sótanos para la disminución de asentamientos en obras de edificaciones de Lima, 2017”. La tesis se desarrolló en siete capítulos, siendo estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I se consideró la Introducción, antecedentes de investigaciones nacionales e internacionales, la fundamentación científica, justificación de la tesis, planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, y finalmente las hipótesis.

Capítulo II se ha considerado el tipo de investigación aplicada, el diseño de investigación es no experimental, identificación de las variables, la operacionalización de las variables y la población de esta investigación será en las obras de edificaciones con características similares, con la colaboración de la empresa JJC Contratista Generales S.A, las cuales son: el Hotel Aeropuerto de Lima, Centro Empresarial III y Centro Empresarial IV; el método de muestreo para seleccionar fue la muestra es no probabilístico intencional la técnica que se utilizó fue la observación, la validación y confiabilidad del instrumento, el procedimiento de recolección de datos, el método de análisis e aspectos éticos.

Capítulo III, la descripción de estudio y los resultados de la investigación. En el Capítulo IV, las discusiones sobre la investigación.

Capítulo V las conclusiones.

Capítulo VI las recomendaciones sobre la investigación realizada. En el Capítulo VII las referencias bibliográficas de los libros, tesis y artículos científicos consultados, y finalmente los anexos como la matriz de consistencia, los instrumentos y la validación de los instrumentos.

El informe de esta investigación fue realizado siguiendo el protocolo de la escuela profesional de ingeniería civil de la UCV y es puesto a vuestra disposición para su revisión e observaciones y por consiguiente el analices que estimen necesarios.

*El autor*

## Índice de contenidos

<b>CARATULA</b>	i
Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>I.INTRODUCCION</b>	14
1.1. Realidad Problemática	15
1.2 Trabajos previos	18
1.3 Teorías relacionadas	29
1.4 Formulación del problema	45
1.5 Justificación del estudio	45
1.6 Hipótesis	47
1.7 Objetivos	48
<b>II.METODO</b>	<b>50</b>
2.1 Diseño de investigación	51
2.2 Variables, operacionalización	52
2.3 Población y muestra	53
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	54
2.5 Métodos de análisis de datos	56

<b>2.6 Aspectos éticos</b>	56
<b>III.RESULTADOS</b>	58
<b>IV.DISCUSIÓN</b>	76
<b>V.CONCLUSION</b>	79
<b>VI.RECOMENDACIONES</b>	81
<b>VII.REFERENCIAS</b>	83
<b>ANEXOS</b>	88
-Anexo 1: Matriz de consistencia	89
-Anexo 2: Juicio de experto	91
-Anexo 3: Validez de ficha de recopilación de datos 1	92
Anexo 4: Validez de ficha de recopilación de datos 2	93
Anexo 5: Validez de ficha de recopilación de datos 3	94
Anexo 6: Ensayo para características geotécnicas MBP-001	95
Anexo 7: Ensayo para características geotécnicas MBP-002	100
Anexo 8: Ensayo para características geotécnicas MBP-003	105
Anexo 9: Fotografías del desarrollo del ensayo de corte directo	107

## Lista de tablas

Tabla 1: Pesos específicos absolutos de los elementos sólidos más importantes de los suelos	35
Tabla 2: Asentamiento admisible	42
Tabla 3: Criterio de daños estructurales	43
Tabla 4: Matriz de operacionalización de la variable	
1: Excavación masiva para muros anclados	52
Tabla 5: Matriz de operacionalización de la variable	
2: Asentamientos en obras de edificaciones	53
Tabla 6: Validez de juicio de experto	55
Tabla 7: Tipos de suelo	71
Tabla 8: Factor de seguridad	72
Tabla 9: Aceleración	73

## Lista de figuras

Figura 1: Vista de superficie de falla	16
Figura 2: Accidente por deslizamiento en plano de falla 1	17
Figura 3: Accidente por deslizamiento en plano de falla 2	17
Figura 4: Proceso constructivo de muros anclados	32
Figura 5: Secuencia de proceso constructivo de muros anclados	33
Figura 6: Bloque deslizante en un plano	36
Figura 7. Oblicuidad del esfuerzo resultante	36
Figura 8: Diagrama de esfuerzo para un bloque deslizante en un plano	36
Figura 9: Diagrama	37
Figura 10: Diagrama de falla para una arena seca ensayada en corte directo	38
Figura 11: Diagrama de falla para una arcilla dura ensayada en corte directo	39
Figura 12: Tipos de asentamiento: a) Asentamiento Uniforme b) Volteo. C) Asentamiento no Uniforme	42
Figura 13: Curvas Cargas-Asentamiento y Zonas de fallas en Pruebas Modelo en arena.	44
Figura 14: Interpretación de un coeficiente de confiabilidad	56
Figura 15: Curvas Granulométricas de las 3 muestras	60
Figura 16: Muestra recuperada de la perforación	61
Figura 17 Medición del Nivel freático	62
Figura 18: Nivel freático a 13.40m por debajo de nivel de terreno natural	62
Figura 19: Ensayo de corte directo	63
Figura 20: Características geométricas del muro	64

Figura 21: Características cargas externas	65
Figura 22: Características de corte 1	70
Figura 23: Características de corte 2	71
Figura 24: Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 100 años	73
Figura 25: Corte 1 (estático)	74
Figura 26: Corte 1 (seudo estático)	74
Figura 27: Corte 2 (estático)	75
Figura 28: Corte 2 (seudo estático)	75

## RESUMEN

Esta tesis tuvo como título “Excavación masiva para muros anclados en sótanos para la disminución de asentamientos en obras de edificaciones de Lima, 2017”;

Cuyo objetivo general fue determinar que la mejora del proceso de excavación masiva para muros anclados en sótanos disminuirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017. Para Excavación masiva en muros anclados. Alva, (2012) desarrolla la teoría y sus dimensiones: Características Geotécnicas, Características geométricas del muro, Condición de estabilidad. Para Asentamientos en obras de edificaciones es Terzaghi, (1980). Quien define conceptualmente y sus dimensiones: Condición de Asentamiento, Agrietamiento, Deformación Lateral

La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, de diseño no experimental. La población fueron las obras de edificaciones con características similares en excavación masiva para sótanos. La muestra se tomó la obra del Hotel Aeropuerto de Lima. El método de muestreo fue no probabilístico intencional. Se realizó ensayos de corte directo, los resultados se procesaron en el software Slide, se identificaron los factores de seguridad estático y pseudo estático, además de la ubicación por donde se pueda presentar el plano de falla. Finalmente, se llegó a la conclusión de la mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos permitirá la disminución de asentamientos en las obras de edificaciones, teniendo en cuenta las características geotécnicas del suelo, realizando el cálculo de las características geométricas del muro y el análisis de estabilidad, apoyado por un software especializado, podemos identificar las posibles zonas de falla por asentamiento, a la vez se pudo idear un procedimiento adecuado para realizar excavaciones masivas.

**Palabras claves:** muros anclados, excavación masiva, asentamientos



## ABSTRACT

This thesis had as title "Mass excavation for anchored walls in basements for the decrease of settlements in works of buildings of Lima, 2017"

Whose general objective was to determine that the improvement of the massive excavation process for anchored walls in basements will decrease settlements in the building works of Lima, 2017. For massive excavation in anchored walls. Alva, (2012) develops the theory and its dimensions: Geotechnical characteristics, geometric characteristics of the wall, stability condition. For Settlements in building works is Terzaghi, (1980). Who defines conceptually and its dimensions: Condition of Settlement, Cracking, Lateral Deformation.

The methodology used was applied type, descriptive explanatory level, non-experimental design. The population was the works of buildings with similar characteristics in massive excavation for basements. The sample was taken from the Hotel Aeropuerto de Lima. The sampling method was intentional non-probabilistic. Direct cutting tests were performed, the results were processed in the Slide software, the static and pseudo static safety factors were identified, in addition to the location where the fault plane can be presented. Finally, it was concluded that the improvement of the massive excavation for anchored walls in basements will allow the decrease of settlements in the building works, taking into account the geotechnical characteristics of the floor, calculating the geometric characteristics of the wall and the Analysis of stability, supported by specialized software, we can identify the possible zones of failure by settlement, at the same time we could devise a suitable procedure to perform massive excavations.

**Key word:** anchored walls, massive excavation, settlement

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

En los Estados Unidos durante la década de 1950, los constructores utilizaron los muros anclados de carácter permanente para el soporte de las paredes en excavaciones de profundidades moderadas, sobre todo en suelos cohesivos. Por otra parte, para mediados de la década de 1960, los anclajes para muros permanentes de contención se utilizaron en el Brasil, Suiza, Alemania, Inglaterra y Francia.

Los primeros estudios realizados sobre asentamiento debido a los procesos constructivos se le atribuyeron a Terzaghi, considerado “el padre de la mecánica de suelos”. Nació el 2 de Octubre de 1883, en Praga, entonces provincia bohemia de Austria, entre los años 20 en su segunda visita a los Estados Unidos. Terzaghi considero que era en los Estados Unidos donde había mayor avance en obras de tierra, no es sino hasta 1955 en que se publicó su libro “Mecánica de Suelos en la ingeniería práctica”.

En el Perú uno de los problemas más importantes en la construcción de edificios con sótanos, fue poder realizar las excavaciones masivas para la colocación de muros anclados sin causar daños mayores, como son los asentamientos debido a los procesos constructivos. En Lima hasta antes de la década de los 90 era común el uso de calzaduras. Este sistema tiene limitaciones en cuanto a la cantidad de sótanos que se pueden construir bajo este método, siendo el máximo recomendado de cinco sótanos. Desde inicios de la década de los años 90 se empezó a utilizar este método de muros anclados en la ciudad de Lima. Este sistema es seguro y actualmente se usa en general en la mayoría de edificaciones que tengan más de dos sótanos.

El crecimiento económico del país en los últimos años ha traído consigo la gran demanda en el sector construcción, incrementándose las obras tanto en expansión como en altitud. Los proyectistas buscaron optimizar todos los espacios en las edificaciones para tener mayor área ocupada, esto llevo a utilizar los espacios subterráneos cómo sótanos, para albergar ambientes necesarios y así complementar el proyecto.

Uno de los grandes retos a los que se han tenido que enfrentar los profesionales de la ingeniería, fue poder construir los muros anclados en los sótanos sin afectar a las edificaciones existentes a causa del asentamiento que puedan ocasionarse debido al proceso constructivo.

Este reto pone en cuestionamiento, si se está cumpliendo o no con las adecuadas prácticas de la construcción. Es conocido que en algunas obras se tienen problemas con los vecinos colindantes a causas de asentamientos debido a procesos constructivos en edificaciones con sótanos. Es por ello que esta investigación planteo tener presente algunos puntos específicos en consideración como son; la mejora del proceso de excavación masiva para disminuir el desplazamiento paralelo causado por empujes del suelo tanto activo como pasivo, los agrietamientos que se puedan generar por aumento de carga, fisuramientos debido a deformaciones laterales.

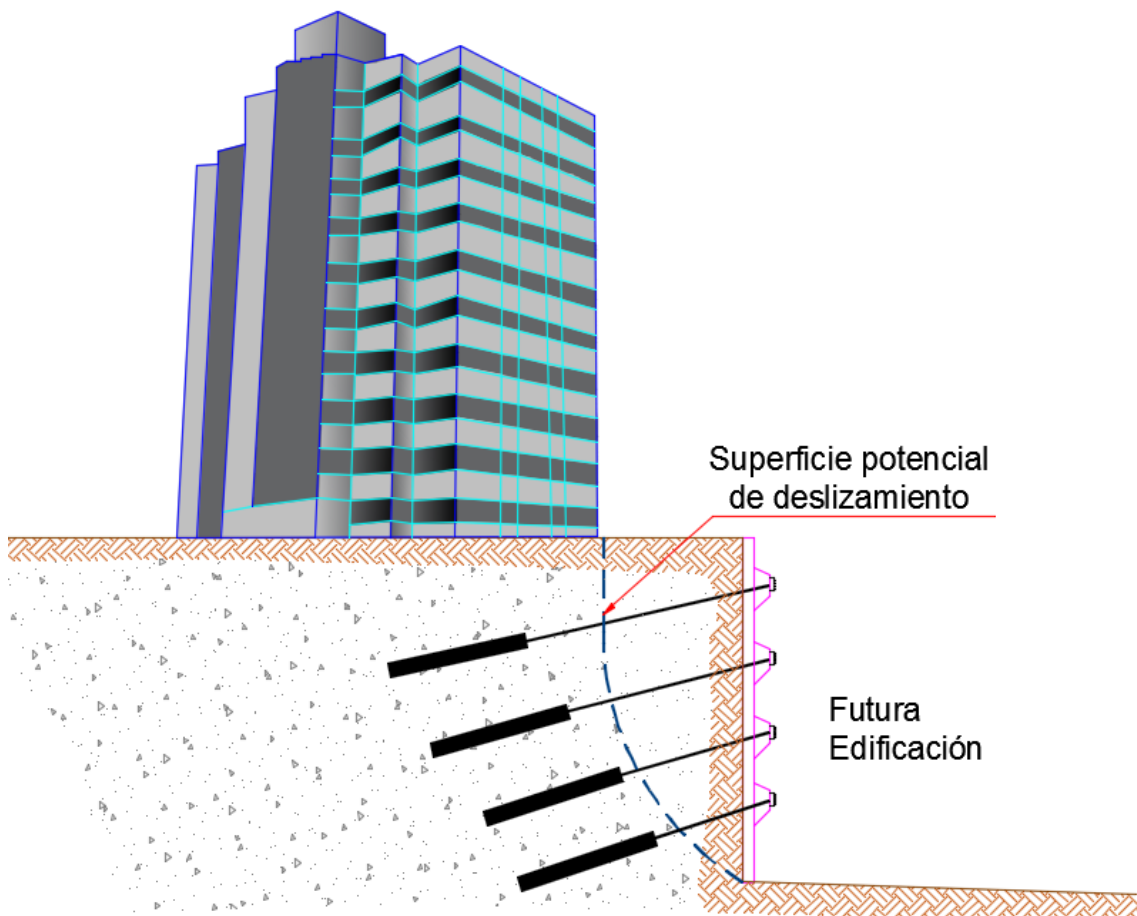


Figura 1: Vista de superficie de falla

Fuente: elaboración propia



*Figura 2: Accidente por deslizamiento en plano de falla 1*

Fuente: Andina del Perú para el Mundo



*Figura 3: Accidente por deslizamiento en plano de falla 2*

Fuente: Andina del Perú para el Mundo

## **1.2 Trabajos previos**

Se dio a conocer la evidencia empírica que se tuvo del mismo y se consideró las referencias a estudios realizados con temáticas relacionados.

### **1.2.1 Antecedentes Nacionales**

(CABELLOS, Gustavo.2012) con su investigación el “Análisis comparativo de la estabilización de taludes mediante uso de muros anclados y calzaduras en la construcción de edificaciones”, con motivo para optar el título de ingeniero civil, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú en la ciudad de Lima-Perú. La cual tuvo como objetivo general: Presentar una metodología para comparar técnica y económicamente los dos sistemas de estabilización de taludes. Hacer una comparación de cada proceso en referencia a procedimiento, recursos, tiempo y seguridad. Presentar la diferencia económica de cada proceso incluyendo como variable el número de sótanos, tomando para ello dos obras diseñadas con calzaduras pero que finalmente fueron construidas usando muros anclados. En el marco metodológico empleado, el autor desarrollo una investigación de tipo aplicada puesto que ayudo a solucionar problemas prácticos. Del diseño de investigación se trató de una tesis no experimental descriptivo comparativo por lo que recogió los datos tal como ocurre en la realidad, sin modificarlos, empleando el método de la observación, lo que implica procesos de descripción o análisis e interpretación del fenómeno. Para lo cual realizó un análisis comparativo entre dos procedimientos usados para la estabilización de taludes, uno corresponde al uso de calzaduras y otro al de muros anclados. Las conclusiones fueron: el procedimiento de muros anclados también presenta cierto riesgo, ya que al tener dentro de sus etapas el movimiento de tierras y el uso de maquinaria pesada podría generar accidentes de igual magnitud que en el caso anterior por lo que las recomendaciones de seguridad mencionadas en el capítulo respectivo tienen la misma intensidad e importancia. Finalmente; en el tema de los vecinos se tiene que las molestias son parecidas en ambos casos, ya sea por el polvo, el ruido o las fisuras. Se podría decir que para tener buenos resultados con los vecinos se tiene que emplear muy bien los métodos constructivos que generen la menor cantidad de fisuras, respetar los horarios y tener una muy buena comunicación con todos ellos. Además, el constructor deberá revisar antes todos los ambientes

de los vecinos y con mayor énfasis los muros colindantes a la obra, hacer un registro con fotografías y elaborar un documento firmado por ambas partes donde se muestre el estado real de las viviendas aledañas, todo ello con la finalidad de evitar problemas legales futuros. Por otro lado, el vecino deberá estar informado de los beneficios que genera la construcción, sobre todo el uso de muros anclados o calzaduras. Se puede decir que su suelo se revaloriza ya que el vecino cuando quiera hacer un edificio nuevo en su propiedad (que probablemente tenga las mismas características del edificio en construcción) o quiera vender su casa como terreno puede argumentar que en la zona colindante ya no será necesario ningún elemento de sostenimiento lo que equivale a un ahorro sustancial estimado en la presente tesis. Finalmente el investigador considera que la presente tesis guarda relación significativamente en el uso de muros anclados, además en el capítulo 6 desarrolla el impacto en viviendas aledañas, haciendo énfasis en las conclusiones, que se debe tener mayor cuidado en los procesos constructivos de excavación para la colocación de los muros anclados. Esta investigación es trascendental para las futuras investigaciones por que busca dejar un precedente con respecto al uso de muros anclados, teniendo en cuenta que para el proceso constructivo de excavación debe contar con el personal calificado, una debida planificación y finalmente una evaluación de las edificaciones aledañas en su estado inicial, además de hacer un seguimiento periódico de los cambios que sufre el suelo debido a los asentamientos que puedan surgir, para así poder tomar acciones correctivas y evitar fisuramientos o desplazamientos laterales.

(PUELLES, Jose.2012) en su investigación titulado la “Determinación de la capacidad de adherencia con fines de diseño optimizado de anclajes en suelo” Aplicación a excavaciones profundas en lima metropolitana. Optando el título de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Geotécnica, de la Facultad de Ingeniería civil de la sección Posgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería, en la ciudad de Lima-Perú. La cual tuvo por objetivo determinar la capacidad última de adherencia en el contacto suelo - lechada de cemento  $\tau_{ult}$  del bulbo de anclajes postensados cimentados en el conglomerado típico de la ciudad de Lima Metropolitana, con fines de evaluar un diseño óptimo. Con respecto al marco metodológico el autor se desarrolló una investigación de tipo aplicada

puesto que ayuda a solucionar problemas prácticos. Del diseño de investigación se trató de una tesis no experimental descriptiva longitudinal por lo que estudian las variables a lo largo de un tiempo que puede ser continuo o periódico pero que ya ha ocurrido. Para lo cual realizó a través de los dieciséis ensayos de arrancamiento ejecutados en anclajes reinyectables marca GEOTÉCNICA, y tomando como referencia numerosos ensayos de tensados ejecutados desde 1996 por GEOTÉCNICA S.A.C. en Perú. Las conclusiones fueron: Los resultados presentados en la Gráfica 4.1., muestran que para las condiciones estudiadas en la presente investigación, la capacidad última de adherencia  $\tau_{ult}$  en el contacto suelo - lechada de cemento, no presenta variaciones significativas respecto a la profundidad de cimentación del bulbo del anclaje postensado  $Df$ , cuando esta se localiza a partir de profundidades que superan la mínima ensayada  $Df \geq 2.50 \text{ m}$ . Este hecho resulta bastante importante pues permite descartar la influencia del esfuerzo efectivo como parámetro incidente sobre la capacidad de adherencia última  $\tau_{ult}$  actuando en el contacto suelo - lechada de cemento del bulbo. De este modo, podemos sugerir que el diseño de la capacidad de carga del anclaje  $P_{ult}$  respecto a la resistencia del bulbo, puede simplificarse y definirse para las condiciones estudiadas, conociendo solamente la capacidad de carga solicitada al anclaje postensado como se define en las expresiones 4.22, 4.23 y 4.24. En concordancia con investigaciones hechas en otros países, los resultados del presente estudio, mostraron que la capacidad de adherencia última  $\tau_{ult}$  es variable en relación inversa a la longitud del bulbo  $L_b$ , apareciendo el concepto de factor de eficiencia  $f_{eff}$  en el diseño de los anclajes, el cual determina una longitud de bulbo  $L_b$  a partir de la cual, los incrementos no son significativos en términos de  $\tau_{ult}$  y por tanto de la capacidad de carga del anclaje en términos de la interacción suelo - lechada de cemento. De la Tabla 4.4. Se pudo concluir también, que para las condiciones estudiadas, no resulta muy conveniente usar longitudes de bulbo superiores a  $L_b = 7.00 \text{ m}$ , pues la eficiencia de la capacidad de adherencia última en el contacto suelo - lechada de cemento  $\tau_{ult}$ , decrece sustancialmente a partir de esta longitud. El valor característico de la capacidad de adherencia última  $\tau_{ult}$ , al que hemos denominado capacidad de adherencia última promedio  $\tau_m$ , varía entre  $\tau_m = 13.40$  a  $14.40 \text{ kg/cm}^2$ , expresado como capacidad de carga última por metro lineal de



bulbo  $D=0.10\text{ m}$  es  $pult=36.00$  a  $45.00\text{ t/m}$ . Estos valores son superiores a los usados por GEOTÉCNICA S.A.C. en sus diseños  $\tau_m=9.00\text{ kg/cm}^2$  y  $pult=28.00\text{ t/m}$ . Es decir, se apreció claramente el aporte de la presente investigación en la optimización de los diseños de anclajes postensados cimentados en el conglomerado típico de Lima Metropolitana o en suelos de similares propiedades físico mecánicas según se muestran en el ítem 4.1.2. La optimización en el diseño está considerado la reducción de las longitudes de los bulbos  $L_b$  de los anclajes postensados, que significo la disminución del costo de la ejecución de los proyectos, manteniendo la calidad de los diseños y garantizando la seguridad de equipos y personal que labora en este tipo de obras. Este hecho puede ser apreciado claramente en la Tabla 4.4. Donde se presentó un comparativo de las longitudes de los bulbos en términos de la capacidad de carga del anclaje postensado, mostrando un escenario de cálculo asumidos por la empresa GEOTÉCNICA S.A.C. previo a la presente investigación, en comparación con los resultados obtenidos a partir de los ensayos de arrancamiento financiados por esta empresa. La tesis es significativa porque nos dio a conocer parámetros sobre la seguridad del uso de muros anclados, específicamente de la adherencia de la lechada del bulbo del anclaje con los suelos conglomerados de Lima.

(RENGIFO, Jose.2015) con su tesis titulado “Muros anclados en arenas, análisis y comparación de técnicas de anclajes”; para optar el título de ingeniería civil. Lima: PUCP. Su objetivo fue conocer, realizar, describir el diseño geotécnico de manera básica y detallada de los distintos tipos de anclajes para muros de sostenimiento de taludes en suelos arenosos y evaluar sus resultados para proyectos con 3 sótanos de 12 metros de profundidad. Su metodología fue aplicada de tipo exploratoria. El método fue comparación con tres tipos de anclajes. Se realizó cuadros comparativos entre procesos constructivos, seguridad, diseños, costos, tiempos. Sus conclusiones fueron: Es poner mayor precisión al campo de esfuerzos del suelo a trabajar. Por ello se estudió el lugar de estudio de suelo para averiguar qué tipo de suelo es y realizar el cálculo de diseño y el modelamiento, y por consiguiente las fuerzas de anclaje para equilibrar la estabilidad de los taludes.

### **1.2.2 Antecedentes Internacionales**

(MARTOS, Raquel.2013) con su investigación titulado “Estudio del comportamiento de anclajes al terreno en muros de gran altura” optando el grado de Ingeniería del Terreno, Departament d’Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica de la Universidad de Barcelona, en la ciudad de Barcelona - España. La cual tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de anclajes profundos utilizados en muros de contención o pantallas dentro del contexto de las excavaciones. Para conseguir dicho objetivo se plantean los siguientes objetivos específicos: Reproducir el comportamiento de un anclaje aislado en deformación plana y en tres dimensiones. Estudiar el comportamiento de anclajes al terreno en muros de gran altura en deformación plana. Analizar un caso real de excavación con uso de anclajes en deformación plana. Comparar el comportamiento del suelo según los diferentes modelos constitutivos existentes en el programa de elementos finitos Plaxis. Con respecto al marco metodológico la autora desarrollo una investigación de tipo aplicada puesto que ayuda a solucionar problemas prácticos. Del diseño de investigación se trató de una tesis no experimental descriptiva longitudinal por lo que estudian las variables a lo largo de un tiempo que puede ser continuo o periódico pero que ya ha ocurrido. Para lo cual realizó la modelización de elementos estructurales y de anclajes, y el estudio de su interacción con el terreno, simulando su comportamiento en deformación plana y en tres dimensiones mediante el programa geotécnico de elementos finitos, PLAXIS, desarrollado por la Universidad de Delf (Holanda). Dicho programa permitió la resolución numérica de las ecuaciones que rigen el comportamiento tenso-deformacional de un material elastoplástico bajo las hipótesis de deformación plana. De manera que en el estudio se detalló someramente la resolución de tres casuísticas distintas considerando diversos modelos constitutivos así como también se expone una comparación entre dichos modelos. Las conclusiones fueron: a partir del estudio de un anclaje aislado es posible observar que el estado tensional del terreno junto al anclaje es más complejo que el derivado de un cálculo convencional, basado en dividir la carga de trabajo por el área lateral del bulbo como si las tensiones tangenciales fueran uniformes. Por el contrario se comprueba que hay picos de tensión en la zona inicial del bulbo, junto a la longitud libre, especialmente lejos de rotura. En los modelos plásticos, estos picos de tensión tienen un límite y las

zonas de tensión elevada se extienden al resto del bulbo. Este comportamiento se observa en todos los modelos de plasticidad. Por otra parte, mediante los resultados obtenidos en los análisis de excavaciones con pantallas ancladas al terreno, con anclajes activos, pretensados previamente a la excavación final se determina que los anclajes sufren un incremento de carga respecto a la de tesado, tras realizarse la excavación y que los anclajes infratesados sufren un incremento de carga mayor que los anclajes que fueron pretesados, aunque la carga final no aumenta hasta los niveles que previamente fueron más pretesados. Además, el efecto del anclaje genera modificaciones importantes en el estado tensional del terreno sobre la pantalla ya que la tensión de pretensado tiene una gran influencia en los flectores de las pantallas porque induce aumentos al pico de momentos positivos a la cota del anclaje. Respecto a los modelos constitutivos utilizados en Plaxis se concluye que los resultados obtenidos sufren variaciones según el modelo utilizado. En el caso de excavaciones con pantallas ancladas se observan diferencias sobre todo en los levantamientos de fondo de la excavación y en los momentos flectores y desplazamientos horizontales de las pantallas. En general los modelos elásticos y Mohr-Coulomb tienden a dar levantamientos excesivos de la excavación y también movimientos demasiado grandes de las pantallas. El modelo de Hardening Soil con pequeñas deformaciones tiende a dar los menores movimientos y normalmente los menores momentos flectores. Las diferencias pueden llegar a ser del 30%, lo que indica la importancia de elegir un modelo adecuado para el suelo. Estudiar el comportamiento de anclajes contribuyo a los óptimos resultados en la construcción de muros anclados, es el factor en común con esta nueva investigación la cuál tomara en consideración los estudios realizados en la presente tesina.

(Moscozo, Luis.2011) en su investigación el titulado la “Metodología para la ejecución y control de excavaciones en sótanos para edificios”, optando el título de Ingeniero Civil, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala. La cual tuvo como objetivo aportar información de la metodología sobre la ejecución y control de excavaciones en sótanos para edificios. Específicos definir de forma clara las etapas de los trabajos de excavación, en donde se involucre al ingeniero civil.

Establecer los procedimientos de ejecución, que deben seguirse al momento de iniciar la obra civil dentro del sitio de excavación. Proporcionar información sobre la realización del cronograma, para poder tener una visión clara de las actividades a desempeñar y el tiempo necesario para cada una. Enumerar los factores principales que se deben tomar en cuenta para realizar el movimiento de tierras durante la excavación de los sótanos. Con respecto al marco metodológico el autor desarrollo una investigación de tipo aplicada puesto que ayudo a solucionar problemas prácticos. Del diseño de investigación se trató de una tesis no experimental descriptivo comparativo tiene como objetivo lograr la identificación de diferencias o semejanzas con respecto a la aparición de un evento en dos o más grupos. Para lo cual realizó diferentes tipos de definiciones y conceptos, los cuales ayudaron a entender aquellos elementos que toman relevancia al momento de realizar la excavación de un sótano, tales como los diferentes tipos de excavación, dividiéndose en cuatro grandes grupos como lo son: por su profundidad, su nivel de detalle, por el tipo de material excavado y por su grado de humedad. El grupo de “por su profundidad” establece la diferencia entre una excavación poco profunda y aquellas que se consideran profundas, las en cambio el grupo de “por su nivel de detalle”, estableció la diferencia entre el proceso de excavación masiva, estructural y en rampa, el grupo “por el tipo de material excavado” hace la diferencia entre excavación en roca y la del tipo común en tierra, conglomerado y roca descompuesta y finalmente el grupo “por su grado de humedad”, estableció la diferencia entre excavación humedad y seca. Además se hace mención de estudios necesarios, tales como la clasificación de suelos, estratigrafía, entre otros. Debido a la diferencia de alturas que se genera por el proceso de excavación se realizó una mención de los diferentes métodos para la protección de taludes. Las conclusiones fueron: el pleno conocimiento del proceso metodológico para la ejecución de cualquier tipo de proyecto en la ingeniería civil, ayudará a que se culmine dentro de los plazos establecidos desde el inicio, dentro de los costos fijados y cumpliendo con el requerimiento de una obra de calidad. Se debe cumplir con todos aquellos aspectos legales establecidos para la ejecución de un proyecto, para no incurrir en delitos o faltas, los cuales pudieron generar multas al proyecto. La plena identificación de los posibles estratos a encontrar durante el proceso de excavación, aseguro la correcta selección de maquinaria,

equipo y personal, evitará la generación de costos innecesarios u ocultos que estén fuera del alcance inicial del proyecto. Para asegurar la calidad del proyecto, se deberán establecer controles rutinarios a la obra, y se debe contar con el personal capacitado para realizar cada tarea. Conocer las definiciones de los diferentes tipos de excavación, las características del suelo donde estamos realizando la obra y a la vez seguir la adecuada metodología de excavación son puntos de coincidencia significativa de la investigación presente, de la que se tomó como base para realizar esta investigación.

(MONTES, Bruno. 2010) en la investigación titulado “Análisis del comportamiento de un edificio de obra de fábrica sometida a asentamientos inducidos por la perforación de túneles” optando el grado de Master en Ingeniería Estructural y de la construcción, Escuela Técnica Superior de caminos, canales y puertos de la Universidad Politécnica de Catalunya en la ciudad de Barcelona - España. La cual tuvo como objetivo profundizar los conocimientos de la obra de fábrica como material estructural. Contribuir al conocimiento general y al empleo de este material como solución estructural. Estudiar el dominio de los asentamientos de apoyos producidos por la excavación de túneles y las patologías estructurales asociadas. Familiarizarse con programas avanzados de cálculo estructural, por elementos finitos. Contribuir a la investigación de herramientas que pretendan predecir los efectos estructurales causados por asentamientos superficiales en el terreno de cimentación. Con respecto al marco metodológico el autor desarrollo una investigación de tipo aplicada puesto que ayuda a solucionar problemas prácticos. Del diseño de investigación se trató de una tesis no experimental descriptivo comparativo tiene como objetivo lograr la identificación de diferencias o semejanzas con respecto a la aparición de un evento en dos o más grupos. Para lo cual realizó en el capítulo 1 – Introducción y objetivos – se introduce la temática de la tesina y se definen los objetivos esperados con su realización. En el capítulo 2 – Estado del conocimiento – se repasó la bibliografía relacionado con los temas estudiados en esta tesis: la obra de fábrica; los asientos de apoyo; la ingeniería de cimentaciones (por su íntima relación con los asentamientos de apoyo). En el capítulo 3 – Descripción del edificio y análisis de sus lesiones – se relató lo sucedido con el edificio analizado en el capítulo 5 y se describe su estructura y la tipología de sus lesiones, tratando de relacionar estas

últimas, con los asentamientos de apoyo sufridos por este edificio. Para el análisis de sus lesiones, se recurre al conocimiento existente y redactado en el capítulo 2. En el capítulo 4 – Estudio y comprobación de macro modelos de obra de fábrica – se analizan algunos modelos numéricos susceptibles de ser utilizados en la modelación de grandes estructuras de obra de fábrica y se comprueba su comportamiento – después de calibrarlos - frente a un ensayo experimental documentado. Esta comprobación se realizará utilizando un programa avanzado de cálculo estructural a los elementos finitos – TNO Diana – que permitió la elaboración de análisis no lineales. Esta comprobación permitió elegir el macromodelo numérico más adecuado a la modelación de la obra de fábrica, validando su utilización posterior en el análisis numérico del edificio, en el capítulo 5. En el capítulo 5 – Análisis numérico del edificio - se modelan numéricamente dos pórticos portantes representativos del edificio. Seguidamente se analizan suponiendo un comportamiento lineal y no lineal de los materiales, frente a sus acciones “permanentes” y frente a una combinación de estas últimas con una acción “accidental” de asentamiento del terreno, representada por un perfil de desplazamientos de sus apoyos verticales, estimado en el mismo capítulo. Los resultados de estos análisis fue permitir concluir sobre los dos últimos objetivos específicos descritos anteriormente. Para su desarrollo se utiliza una vez más el programa de cálculo “TNO Diana” y las informaciones disponibles en un listado de daños del edificio, elaborado por la empresa COTCA en el año de 2005. Las conclusiones fueron generales y específicas obtenidas con la realización este trabajo y se sugieren las principales líneas de investigación futuras, que se puede considerar, para la continuidad del conocimiento de la temática de esta tesis. Finalmente las conclusiones fueron: en el curso del análisis numérico se probaron diversos tipos de perfiles de asentamientos verticales distintos, en ambos pórticos. Este proceso, permitió concluir que los modelos numéricos testados son muy sensibles a las mínimas variaciones de los perfiles de asentamientos. Se observó que pequeñas variaciones de sus inclinaciones y/o puntos de inflexión, los resultados podían variar desde la simples translación de fisuras a nuevos mecanismos de rotura. La determinación exacta de estos perfiles es una tarea bastante compleja. No obstante se debe invertir en su correcta definición, porque cuanto mayor es su exactitud, más precisión se obtiene numéricamente. El desconocimiento del

perfil de desplazamientos real, supone un problema para la correcta representación de los daños numéricos. La presente tesis está relacionada porque busca estimar numéricamente los asentamientos en los pórticos para determinar los daños que podrían causar a la estructura.

(DUQUE, Camilo, 2015) con el título “Instrumentación para el control de estabilidad y asentamientos como consecuencia del diseño de la estación Marly de la primera línea del metro de Bogotá – PLMB con respecto a las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia” optando el título de ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería Programa Ingeniería civil de la Universidad Católica de Colombia en la ciudad de Bogotá – Colombia. La cual tuvo como objetivo: dar a conocer los sistemas que existen para el control de asentamientos en edificaciones. Dar a conocer los sistemas que existen para el control de estabilidad de edificaciones. Sugerir el sistema de control de estabilidad y asentamientos más favorable. Con respecto al marco metodológico el autor desarrollo una investigación de tipo aplicada puesto que ayuda a solucionar problemas prácticos. Del diseño de investigación se trató de una tesis no experimental explicativo pues busca las causas de los eventos, sucesos o fenómenos. Para lo cual realizó para el correcto desarrollo de la investigación se encuentran los siguientes aspectos: Investigación en la bibliografía pertinente. Investigación de antecedentes que existan en la historia relacionados con el presente trabajo de grado. Investigación de los métodos de monitoreo y control de asentamientos y estabilidad de edificaciones. Investigación de las posibles causas que repercuten en las edificaciones colindantes a una excavación como la que se ejecutara en el proyecto Metro de Bogotá. Visita técnica de reconocimiento a las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia, Sede Carrea 13. Registro fotográfico de las instalaciones de la Universidad Católica De Colombia, Sede Carrea Calle 13 (exterior e interior). Análisis de las posibles causas de asentamientos. Comparación de los resultados obtenidos con modelos existentes en el mundo y conclusión. Proceder a sugerir los posibles métodos de control de estabilidad y asentamientos de las edificaciones de la Universidad Católica de Colombia, sede Carrea 13. Finalmente las conclusiones fueron reunió información, análisis y metodologías que permitieron sugerir el uso de instrumentación para el control de estabilidad y asentamientos. Las

conclusiones fueron: partiendo de este patrón repetitivo y arrojado por los estudios realizados en el mundo tras la ejecución de metros urbanos, surgió esta investigación y la necesidad de profundizar en el tema de instrumentación para control de estabilidad de edificaciones. Sugiero el uso de instrumentación para el control de estabilidad y asentamientos como consecuencia del diseño de la Estación Marly de la Primera Línea de Metro de Bogotá – PLMB con respecto a las instalaciones localizadas en la carrera 13 entre calles 47 y 48 de la Universidad Católica de Colombia. Para el control de estabilidad y asentamientos como consecuencia del diseño de la estación Marly del proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá – PLMB, con respecto a las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia, se utilizó los tipos de instrumentación manual y automatizada, tanto para edificios convencionales como para edificios de conservación histórica. Un sistema automatizado de monitoreo de la edificación incrementaría la seguridad propia y de terceros tras la ejecución de una estructura como la que compromete la PLMB. El monitoreo remoto permitió lecturas en tiempo real, minimizando en un alto presentado el desfase de tiempo entre la activación de una posible patología. Los sistemas de monitoreo permitió optimizar las solución constructiva y redujo costos de reparaciones e indemnizaciones, además que responden a una mejora de imagen pública. Los sistemas de instrumentación para el control y monitoreo de edificaciones permitió conocer el comportamiento cíclico, a medio – largo plazo, del entorno hidrogeológico – geotécnico – estructural, como se pretendió para la Sede Carrera 13 de la Universidad Católica de Colombia con respecto a las excavaciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá en la ejecución de la estación Marly. El estudio pretendió tomar como base esta información para el uso de instrumentos de control de estabilidad y asentamientos.

(CHAVEZ, Adriana, 2014) con su investigación titulado en “Fallas presentadas en algunas obras -subterráneas y cimentaciones” optando el grado de especialista en construcción, de la Facultad de Ingeniería programa único de especialización de ingeniería campo de conocimiento: Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de México, en la ciudad de México, D.F. – México. La cual Tuvo como objetivo hacer una compilación de las principales causas de las fallas en obras subterráneas y cimentaciones, identificar los daños, alcance de



éstos y posibles mitigaciones, introducir la importancia del manejo de un análisis de riesgos y, finalmente dar a conocer algunas fallas presentadas en este tipo de obras, incluyendo su descripción, análisis, lecciones aprendidas y soluciones adoptadas. En el marco metodológico la autora desarrollo una investigación de tipo aplicada puesto que ayuda a solucionar problemas prácticos. Del diseño es no experimental descriptivo. Con el documento se pretendió dar una visión ordenada del problema de las fallas en cimentaciones y obras subterráneas. El objetivo principal perseguido, es contribuir a evitar tales fallas, que tantas dificultades económicas y de otra índole provocan. Para ello, se ha recurrido a ejemplificar diversos casos, que ayudan a puntualizar y divulgar experiencias, con la expectativa que causen algún impacto, de manera que, ante situaciones parecidas, evitar caer en esos mismos errores. Se ha tratado de hacer ver que, sin restar importancia a los estudios de mecánica de suelos, proyecto y construcción, que se realizan, la mayor parte de los fracasos se deben a la falta de atención que se le da al terreno de cimentación, al diseño de las cimentaciones y a detalles durante la construcción, por lo que mediante el conocimiento de fallas previas se puede evitar que se repitan las mismas prácticas. Finalmente las conclusiones fueron: en el caso de las excavaciones en elementos de contención a profundidades en las que el número de estabilidad de Peck es mayor de 4, el último nivel de puntales debe ubicarse lo más cerca del fondo de la excavación, a fin de evitar la falla por pateo de esos elementos. La longitud de empotramiento de los elementos de contención, cuando son rígidos, deben tener suficiente seguridad ante una falla por pateo. En excavaciones con cortes o taludes, debe revisarse la estabilidad general y local de estos, con el fin de que ambos factores de seguridad mayores de 1.5 y en casos especiales se deberán exigir provisiones adicionales para mejorar la estabilidad durante la construcción.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Excavación masiva para muros anclados**

Moscozo (2011, p.14) considero:

##### **Tipos de excavación**

La excavación se estableció de cuatro maneras, siendo estas:

- Por su profundidad
- Por su nivel de detalle
- Por tipo de material excavado
- Por su grado de humedad.

En el nivel se detalló y se analiza el nivel de complejidad de la excavación masiva.

##### **Excavación Masiva**

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;, 2011) Norma Técnica Metrados para obras de edificaciones y habilitaciones urbanas. Definió que: Excavación Masiva es el tipo de excavación que por su magnitud se ejecuta necesariamente con la utilización de equipos (p.21).

Consiste en realizar el movimiento de grandes cantidades de material, se emplea maquinaria que supere la potencia de 80Hp, para este tipo de excavación presenta el mayor rendimiento ya que, al momento de realizar los cortes, únicamente se debe prestar especial cuidado al tallado de taludes y la profundidad máxima de excavación.

Debido a la potencia de la maquinaria empleada los niveles de rendimiento de corte pueden oscilar entre 110 y 125 metros cúbicos por hora, este rendimiento puede ser menor o mayor dependiendo de factores tales como: distancia de acarreo, pericia del operario de la maquinaria, el tipo de maquinaria y el tamaño de la pala hidráulica de corte y la clase de suelo excavado.

Durante el proceso de excavación es importante el correcto tallado de los taludes, respetando los ángulos mínimos y las alturas máximas (Moscozo.2011, p.32).

Según la (Revista Perú Construye N° 21, 2013) el rendimiento de excavación masiva es de 450m<sup>3</sup>/día.

## **Muros Anclados**

(Geofortis Soluciones Geotecnicas Confiables) Procedimiento Constructivo: Muro Anclado. San José: Costa Rica. Considero que: Los muros anclados son utilizados para la construcción de muros de retención o para asegurar cortes en excavaciones. Los anclajes son usados para proporcionar una precarga de los sistemas estructurales aplicando tensión por medio de sistemas hidráulicos al tendón del anclaje, que puede ser tanto barras como cables de acero de alta resistencia. El cable o barra entonces será enlazado al suelo o roca por medio de una lechada cemento. La precarga aplicada servirá entonces para limitar el desplazamiento de la estructura, esto con el fin de evitar asentamiento que puedan ocasionar el daño en estructuras existentes o la falla de un corte generado ya sea por una excavación (2014, p. 21)

Los anclajes varían en su longitud dependiendo tanto de la estratigrafía del sitio y sus condiciones geológicas, como la geometría y cargas a las que se ven sometido, por lo que los anclajes pueden ser de típicamente de 30 ton a 60 ton.

Los anclajes permanentes incorporan una variedad de sistemas de la protección contra la corrosión que son determinados por las condiciones específicas del sitio de trabajo, al presupuesto y a la duración de la obra.

Como se mencionó anteriormente los anclajes empezaron a trabajar en el momento que son sometidos a la precarga, sin la necesidad de que se deba dar un desplazamiento en el elemento a estabilizar. Por lo que su función en sitios donde el talud se encuentra en colindancia con estructuras existentes es muy efectiva, ya que evita el daño de las estructuras por asentamientos.

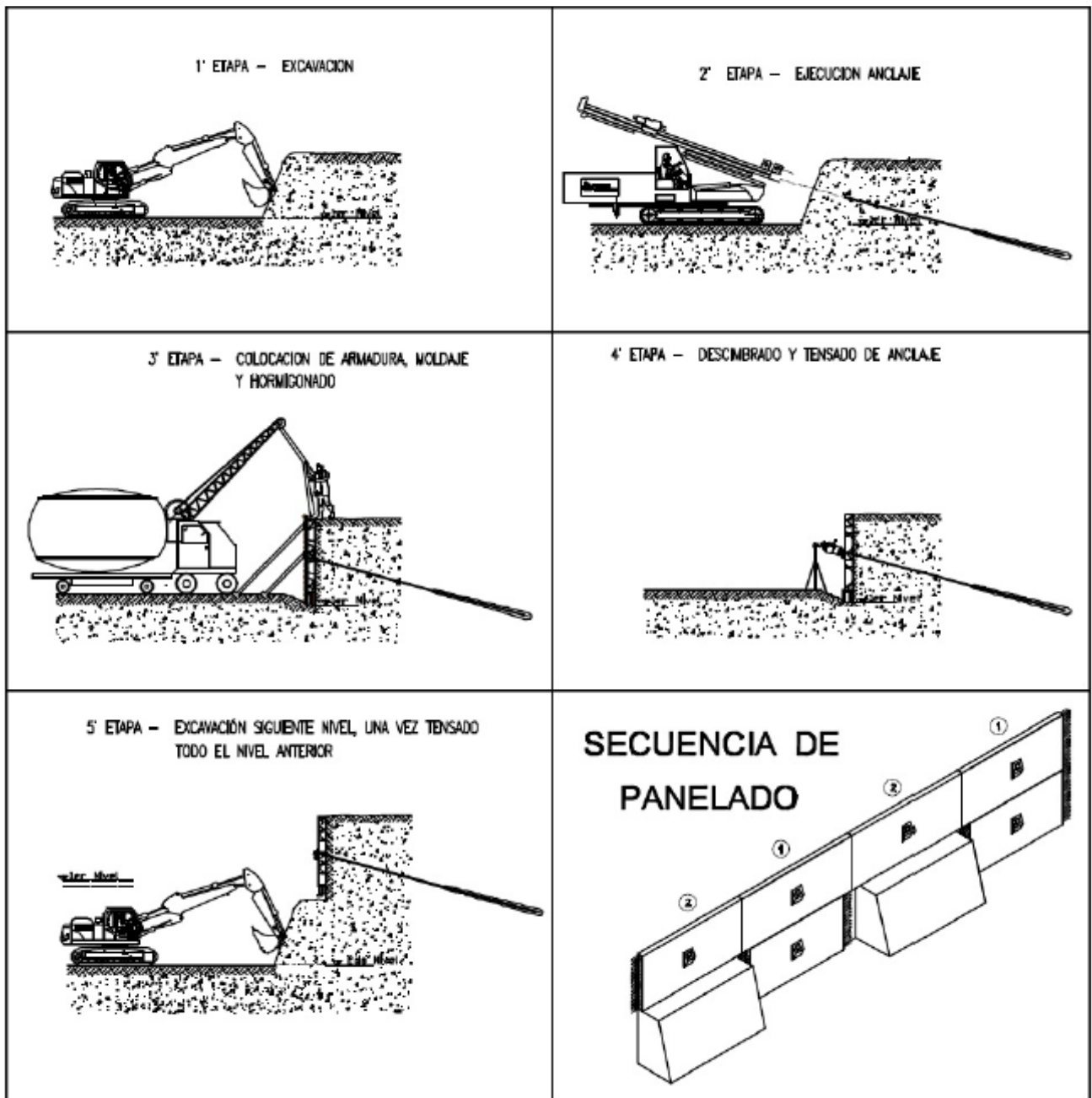
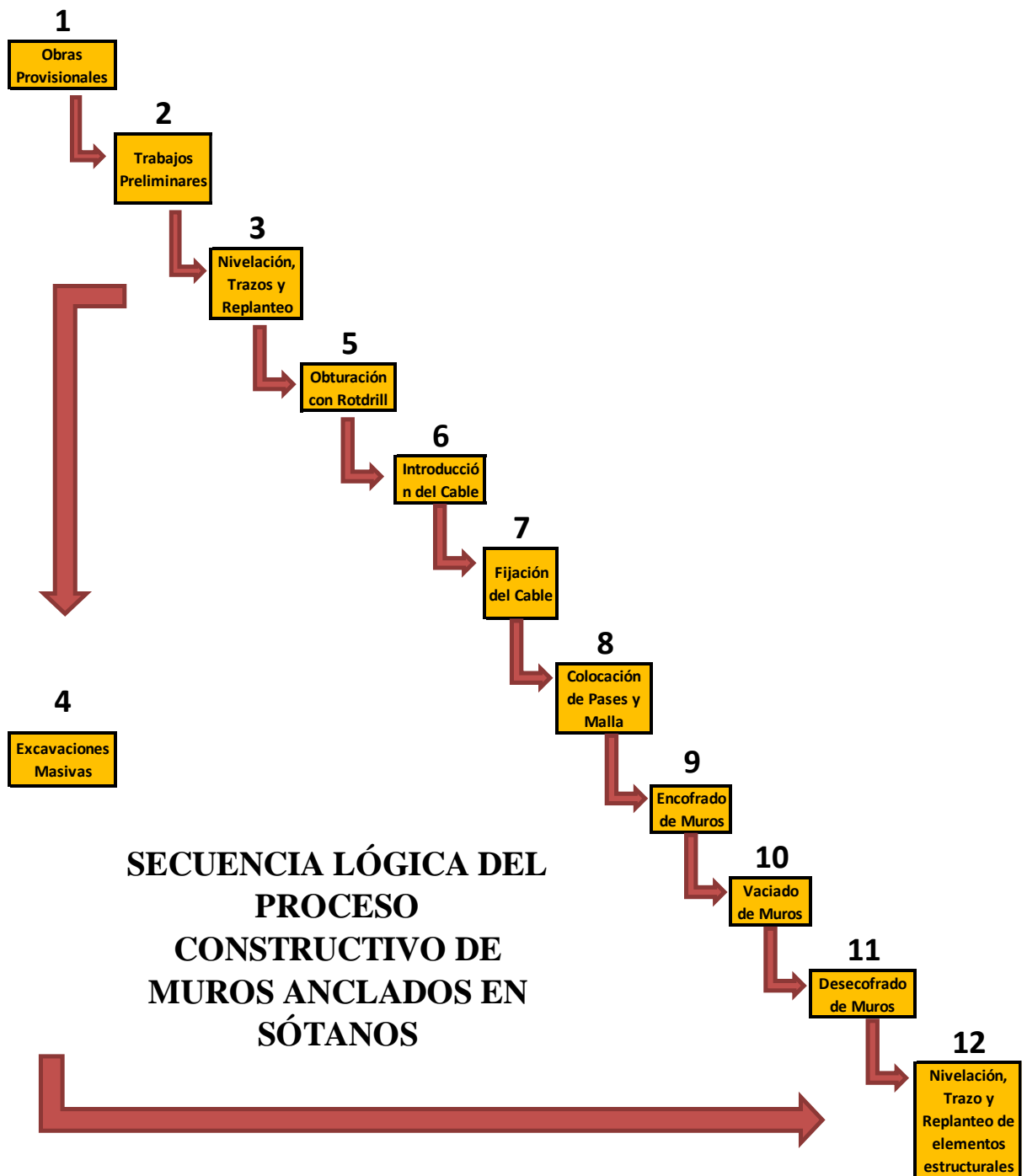


Figura 4: Proceso constructivo de muros anclados

Fuente: Cabellos (2012, p.28)



**SECUENCIA LÓGICA DEL  
PROCESO  
CONSTRUCTIVO DE  
MUROS ANCLADOS EN  
SÓTANOS**

Figura 5: Secuencia de proceso constructivo de muros anclados

Fuente: Delgado (2014, p. 10).

## **- Características Geotécnicas de los suelos**

Las propiedades físicas y mecánicas de probetas homogéneas de suelos inalterados y de suelos amasados. Estudia aquellas propiedades que sirven de criterios útiles para distinguir entre sí diferentes suelos, y da instrucciones para describir los suelos de forma adecuada. También estudia aquellas propiedades de los suelos que están directamente relacionadas con el comportamiento de las masas de suelo durante y después de la construcción de las obras (Terzaghi, *et al.*1980, p.5).

## **- Análisis Mecánico o Granulométrico de los suelos**

### **Método de análisis:**

El propósito del análisis mecánico o análisis granulométrico es determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar, en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que contiene. El método más directo para separar un suelo en fracciones de distintos tamaños consiste en hacerlo pasar a través de un juego de tamices (Terzaghi, *et al.*1980, p.18).

## **-Porosidad, contenido de humedad y peso unitario**

La porosidad es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total del suelo, entendiéndose como volumen de vacíos aquella parte del volumen total no ocupada por los granos. Si la porosidad se expresa en porcentaje, se denomina porcentaje de vacíos (Terzaghi, *et al.*1980, p.24).

La relación de vacíos  $n$  es la relación entre el volumen de los vacíos y el volumen de los sólidos. Si

$V$ = volumen total

$V_v$ = volumen total de vacíos

$$n = \frac{V_v}{V}$$

y

$$e = \frac{V_v}{V - V_v}$$

La relación de vacíos y la porosidad están relacionadas por las fórmulas:

$$e = \frac{n}{1-n}$$

$$n = \frac{e}{1+e}$$

El peso unitario de un agregado de suelo se define como el peso del agregado (suelo más agua) por unidad de volumen. Depende del peso de los elementos sólidos, de la porosidad y del grado de saturación. Puede calcularse en la siguiente forma: (Terzaghi, et al.1980, p.27).

**Tabla 1:** Pesos específicos absolutos de los elementos sólidos más importantes de los suelos

	g/cm3		g/cm3
Yeso	2,32	Dolomita	2,87
Montmorrilla °°	2,4	Aragonita	2,94
Ortoclasa	2,56	Biotita	3,0-3,1
Caolinita	2,6	Augita	3,2-3,4
Illita °°	2,6	Hornblenda	3,2-3,5
Clorita	2,6-3,0	Limonita	3,8
Cuarzo	2,66	Hematita hidratada	4,3 +-
Talco	2,7	Magnetita	5,17
Calcita	2,72	Hematita	5,2
Muscovita	2,8-2,9		

Fuente: Datos tomados de E.S. Larsen y H. Berman (1934). Valores Teóricos cálculos sobre la base de los pesos atómicos de los elementos del reticulado cristalino (según R. E. Grim).

## Propiedades Mecánicas de los suelos

### Fricción entre dos Superficies en contacto

Según Alva (2012, pp.20-24)

Es conveniente considerar un modelo simple al comenzar la discusión de la resistencia cortante de los suelos. La Figura 1 presenta un bloque descansando en una superficie plana. El bloque está sujeto a una fuerza normal N, que actúa perpendicularmente a la superficie plana. Si se incrementa gradualmente la fuerza de corte F, el bloque se deslizará cuando:

$$F = N \times \mu \quad (1)$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de fricción entre el bloque y el plano. Dividiendo los dos términos por el área de contacto  $A$ , se obtiene:

$$F = \frac{N}{A} \times \mu \quad (2)$$

ó 
$$T = \sigma \times \mu \quad (3)$$

Donde  $T$  es el esfuerzo cortante y  $\sigma$  es el esfuerzo normal en el plano de deslizamiento. Si la oblicuidad del esfuerzo resultante en el plano de deslizamiento (plano de falla) se denomina  $\varphi$ , como se indica en la Figura 1.07, la ecuación (3) puede escribirse como:

$$T = \sigma \times \text{tg } \varphi \quad (4)$$

Esta ecuación indica que el esfuerzo cortante que se puede aplicar es proporcional al esfuerzo normal aplicado, y que se puede graficar la relación entre estos esfuerzos como una línea recta con una inclinación de  $\varphi$  (Figura 1.08).

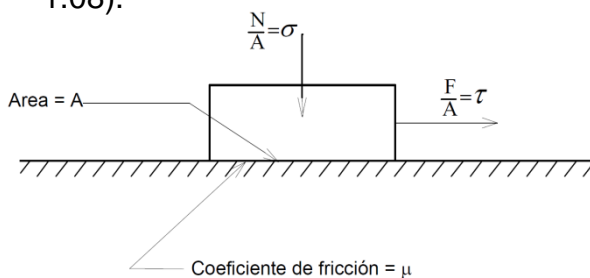


Figura 6: Bloque deslizante en un plano

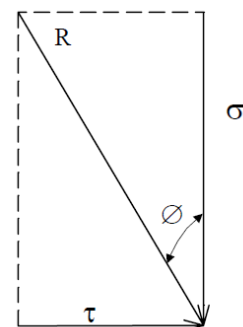


Figura 7: Oblicuidad del esfuerzo resultante

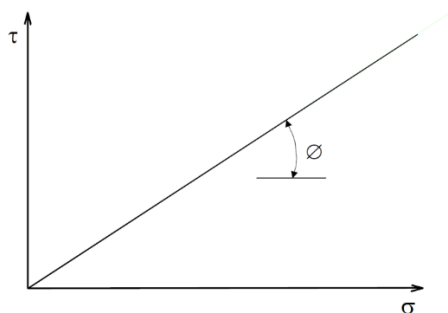


Figura 8: Diagrama de esfuerzo para un bloque deslizante en un plano

Fuente: Alva (2014, pp. 24-27)



## APARATO DE CORTE DIRECTO

Según Alva (2012, pp.24-27) considero al suelo con el entendimiento del modelo anterior. Se tratará de desarrollar una relación de falla por cortante en el suelo, cuando dicha falla ocurre a lo largo de un plano de corte limitado en ambos lados por el suelo. Para este propósito se consideró un aparato de corte directo como el ilustrado en la Figura 4. Este aparato se utiliza mucho en los laboratorios de Mecánica de Suelos para medir la resistencia cortante de suelos granulares (dicho equipo no es apropiado para ensayar suelos finos). El equipo de corte directo consiste básicamente de una caja partida horizontalmente por la mitad. Una mitad permanece fija, mientras que la otra se puede mover horizontalmente conforme se aplica una fuerza cortante  $F$ . También puede aplicarse una fuerza normal  $N$ . En la Figura 4, el suelo en la parte superior de la caja es análogo al bloque de la Figura 1, mientras que el suelo en la parte inferior es equivalente a la superficie plana donde descansa el bloque.

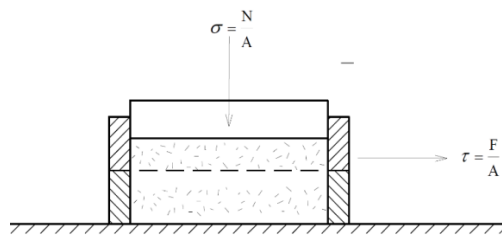


Figura 9: Diagrama

Fuente: Alva (2012, p. 24)

Según Alva (2012, pp.24-27) si se realizan varios ensayos de corte directo en arena seca utilizando diferentes valores del esfuerzo normal, los resultados pueden graficarse en un diagrama similar al de la Figura 3. Para cada esfuerzo normal la fuerza cortante aumenta hasta alcanzar un valor máximo; este valor se denomina resistencia cortante para el valor particular de esfuerzo normal utilizado. Un diagrama típico de resistencia cortante se muestra en la Figura 5. Por analogía con el bloque deslizante sobre la superficie plana, la pendiente de la línea recta se denomina  $\phi$ , y para los suelos es el ángulo de fricción interna.

Para la mayoría de arenas secas, el diagrama de falla es una línea recta que pasa por el origen. De este modo, si se conoce el ángulo de fricción  $\phi$  de una

arena seca, se puede determinar su resistencia cortante a lo largo de cualquier plano con cualquier esfuerzo normal en el campo.

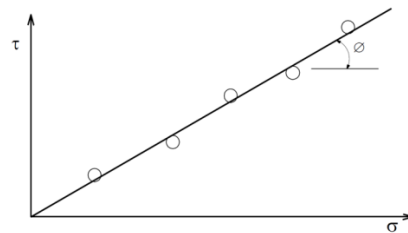
Los resultados de una serie de ensayos de corte directo en una arcilla dura se ilustran en la Figura 6. Estos resultados indican que los puntos pueden asumirse que conforman una línea recta; sin embargo, se aprecia en este caso una intersección en el eje vertical. Esta intersección se denomina cohesión del suelo  $C$ , y como antes, la pendiente de la recta se denomina ángulo de fricción interna. En este caso, la resistencia del suelo es:

$$T = C + \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (5)$$

ó

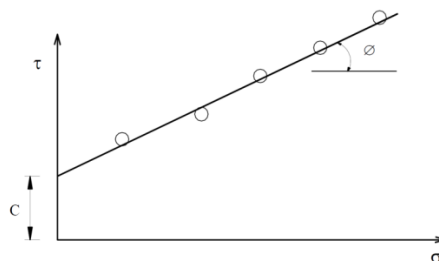
$$S = C + \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (6)$$

Donde  $S$  es la resistencia cortante del suelo.



*Figura 10:* Diagrama de falla para una arena seca ensayada en corte directo

Fuente: elaboración propia



*Figura 11:* Diagrama de falla para una arcilla dura ensayada en corte directo

Fuente: elaboración propia

Las rectas de las figuras 10 y 11 representaron la relación entre los esfuerzos cortantes y normales en la falla. Por consiguiente, no es posible tener un estado de esfuerzo del suelo por encima de las rectas (es decir, para un esfuerzo normal dado, el esfuerzo cortante no puede ser mayor que aquél que ocasiona la falla). Debido a que los puntos por encima de la recta representan estados inestables (en falla) y los de por debajo son estables, la recta se denominó envolvente de falla del suelo. Los diagramas de resistencia cortante versus esfuerzo normal se denominan diagramas de Mohr-Coulomb y la ecuación (6) representa la relación utilizada para definir la resistencia cortante del suelo en función del Criterio de Falla de Mohr-Coulomb. La envolvente de resistencia (falla) de Mohr-Coulomb y los dos parámetros requeridos para describirla  $C$  y  $\phi$ , son muy convenientes de usar, ya que permiten describir la resistencia del suelo para una gran variedad de condiciones de esfuerzos en el campo, con la utilización de solamente hasta dos constantes del suelo,  $C$  y  $\phi$  (Alva, 2012, pp.24-27).

### **1.3.2 Asentamientos en obras de edificaciones**

#### **Asentamientos debido a procesos constructivos**

**Asentamientos producidos por el aumento de la carga que actúa sobre el suelo circundante:** La aplicación de una carga sobre una porción de la superficie, encima de cualquier tipo de suelo, produce un hundimiento inclinado de la superficie del suelo adyacente (Terzaghi, *et al.*1980, p.565).

**Asentamientos debido a la excavación:** [...] Si todas las otras condiciones son iguales, el asentamiento producido por una excavación depende en gran parte del tipo de entibación utilizado para soportar las paredes de la excavación y del cuidado con que el mismo se instala. Por ello la magnitud del asentamiento no puede calcularse y toda previsión debe basarse solo en la experiencia derivada de casos bien documentados (Karl 1980, pp.568-569).

#### **Asentamiento debido a las excavaciones**

Todo proceso de excavación está asociado a un cambio del estado de esfuerzo en el suelo. Este cambio está inevitablemente acompañado por deformaciones.

Esta comúnmente toma la forma de hundimiento del área que rodea la excavación, de movimiento hacia adentro del suelo situado en los bordes y de bufamiento del suelo localizado abajo del fondo. Las estructuras apoyadas en cimentaciones que descansan sobre el material que se deforma, experimentan los movimientos correspondientes. Comúnmente se asientan y se mueven hacia la excavación. Como no puede hacerse ninguna excavación sin alterar el estado de esfuerzo en cierto grado, puede considerarse como inevitable el que se produzcan algunos movimientos de las estructuras vecinas. (Peck, 2015, p.295).

### **Efectos causados por las Excavaciones sobre las Estructuras Adyacentes:**

En casi todos los casos teóricos y prácticos que se han estudiado se ha encontrado que las paredes laterales de la excavación sufren un desplazamiento paralelo mayor en la coronación y menor en su base. Estos desplazamientos dependen de factores tales como la rigidez del muro, sus dimensiones y profundidad de la excavación, las propiedades del suelo y el tipo de apuntalamiento o anclaje a colocarse, además una gran número de factores que interrelacionados influyen en la magnitud y distribución de los movimientos que acompañaron al ejecución de la excavación en los casos estudiados, esto puede haberse debido a una programación inadecuada de los procesos y forma de la excavación, a eventos sísmicos ocurridos durante las diferentes etapas de la construcción, falta de soporte en algunas etapas constructivas, etc. Así en varios casos se ha detectado agrietamientos, fisuramientos y roturas importantes acompañados de atascamiento de ventanas y puertas que ha dado origen en algunos casos al desalojo de sus ocupantes, y en otros a costosas reparaciones y prolongados procesos judiciales con el fin de deslindar responsabilidad. Gracias al análisis con respecto a la ubicación de las grietas de tensión se pudo controlar los desplazamientos de las viviendas adyacentes en los linderos donde existían construcciones vecinas a lo cual se hizo uso del apuntalamiento adecuado ya que la zona donde se realizó la construcción es una zona residencial (Delgado,2013,p.8).

## CRITERIOS DE ASENTAMIENTO

Terzaghi y Peck (1967) consideraron que no es práctica una estimación precisa del asentamiento, ya que existen numerosos factores a ser considerados (propiedades del suelo, tamaño de zapata, profundidad de cimentación, ubicación del nivel freático, etc.). En condiciones normales se deben utilizar reglas simples y prácticas. Los cálculos refinados sólo se justifican si el sub-suelo contiene estratos de arcilla blanda.

Terzaghi y Peck recomendaron un factor de seguridad de 3 contra la falla por capacidad portante. La satisfacción de este requisito depende si la arcilla es normalmente consolidada (NC) o sobre consolidada (OC). Si la arcilla es NC los asentamientos total y diferencial serán grandes. El asentamiento variará en función del ancho de zapata y la carga. Los procesos de reducir el asentamiento al reducir la carga son inefectivos y costosos (es mejor utilizar plateas). Si la arcilla es OC, el valor de  $q_a$  que corresponde a un  $FS=3$  será siempre menor que la presión de pre-consolidación. El valor de  $\Delta p$  en estas arcillas es aproximadamente igual a los valores de  $\Delta p$  de zapatas en arenas adecuadamente diseñadas.

El asentamiento en arcillas puede estimarse de los resultados de ensayos de consolidación unidimensional en muestras inalteradas. El asentamiento así calculado debe reducirse utilizando el factor de corrección de Skempton y Bjerrum (1957). (Ver Figura).

Los datos de Bjerrum (1963) de máxima distorsión angular con máximo asentamiento diferencial no se aplican cuando la cimentación está en depósito profundo de arcilla compresible. El asentamiento diferencial en arenas tiende a ser más irregular que en arcillas en proporción, pero no en magnitud.

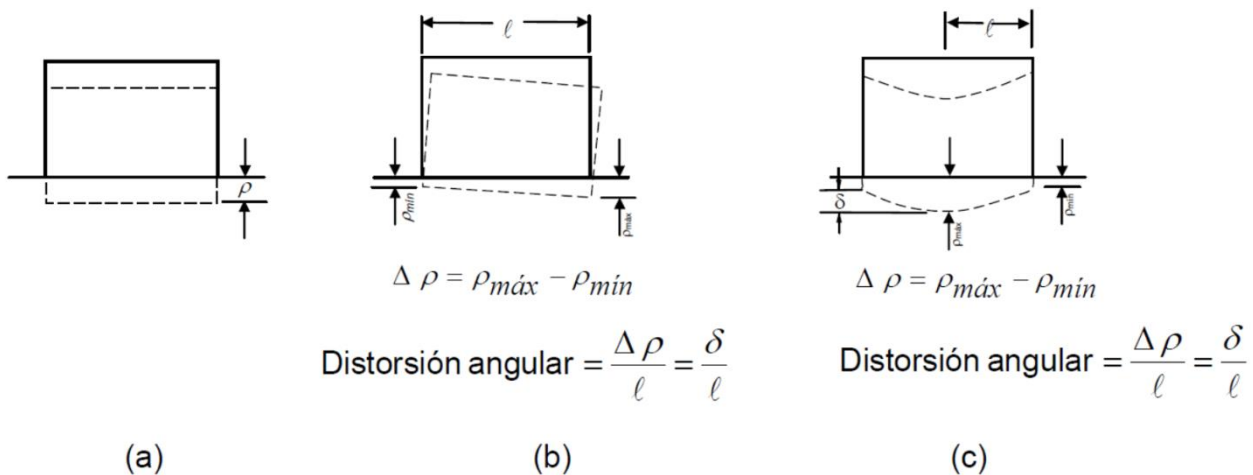


Figura 12: Tipos de asentamiento: a) Asentamiento Uniforme b) Volteo. C) Asentamiento no Uniforme

Fuente:(Alva, 2012, pp.76-77)

Tabla 2: Asentamiento admisible

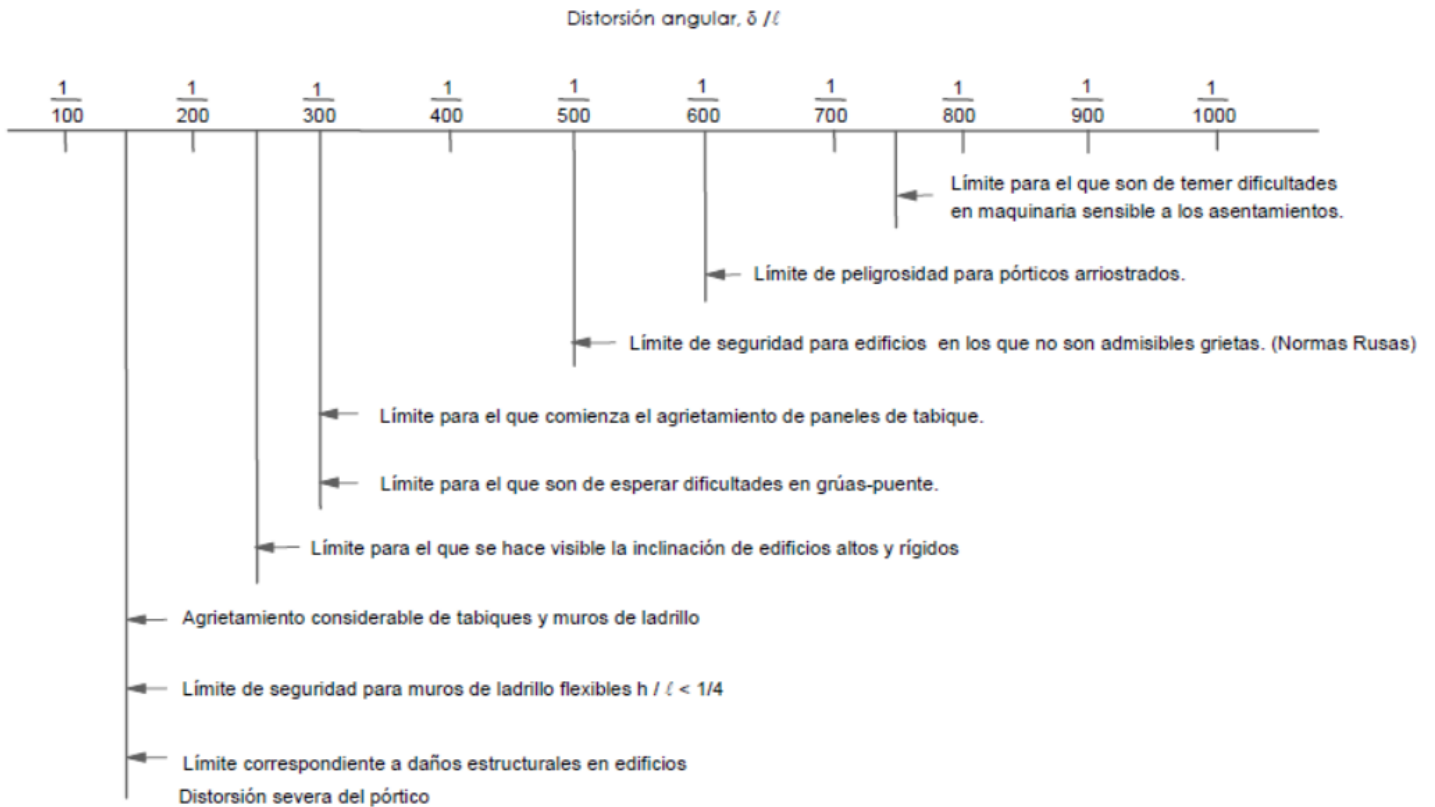
Tipo de Movimiento máximo	Factor limitativo	Asentamiento
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.
	Acceso	12-24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg.
	Estructuras reticulares	2-4 plg.
Inclinación o giro el ancho	Chimeneas, silos, placas	3-12 plg.
	Estabilidad frente al vuelco	Depende de la altura y
	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 $\ell$
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 $\ell$
	Almacenamiento de mercancías	0.01 $\ell$
	Funcionamiento de máquinas-telares de algodón	0.003 $\ell$
	Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores	0.0002 $\ell$
	Carriles de grúas	0.003 $\ell$
Drenaje de soleras	0.01-0.02 $\ell$	
Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados	0.0005-0.001 $\ell$
	Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo	0.001-0.002 $\ell$
	Fisuración de revocos (yeso)	0.001 $\ell$
	Pórticos de concreto armado	0.0025-0.004 $\ell$
	Pantallas de concreto armado	0.003 $\ell$
	Pórticos metálicos continuos	0.002 $\ell$
	Pórticos metálicos sencillos	0.005 $\ell$

Según Sowers, 1962

Nota.  $\ell$  = distancia entre columnas adyacentes con asentamientos diferentes o entre dos puntos cualesquiera con asentamiento diferencial. Los valores más elevados son para asentamientos homogéneos y estructuras más tolerantes. Los valores inferiores corresponden a asentamientos irregulares y estructuras delicadas

Fuente: Según Alva (2012, p. 78)

**Tabla 3: Criterio de daños estructurales**



Fuente: Alva (2012, p.78)

Distorsiones angulares límites. Gráficos de Bjerrum (1963) basado en datos presentados por Skempton y Mac Donald (1956).

Los datos de Skempton y Mac Donald son estructuras de muros portantes y edificios tradicionales de acero y concreto armado (vigas y columnas) con mampostería de ladrillo o bloques.

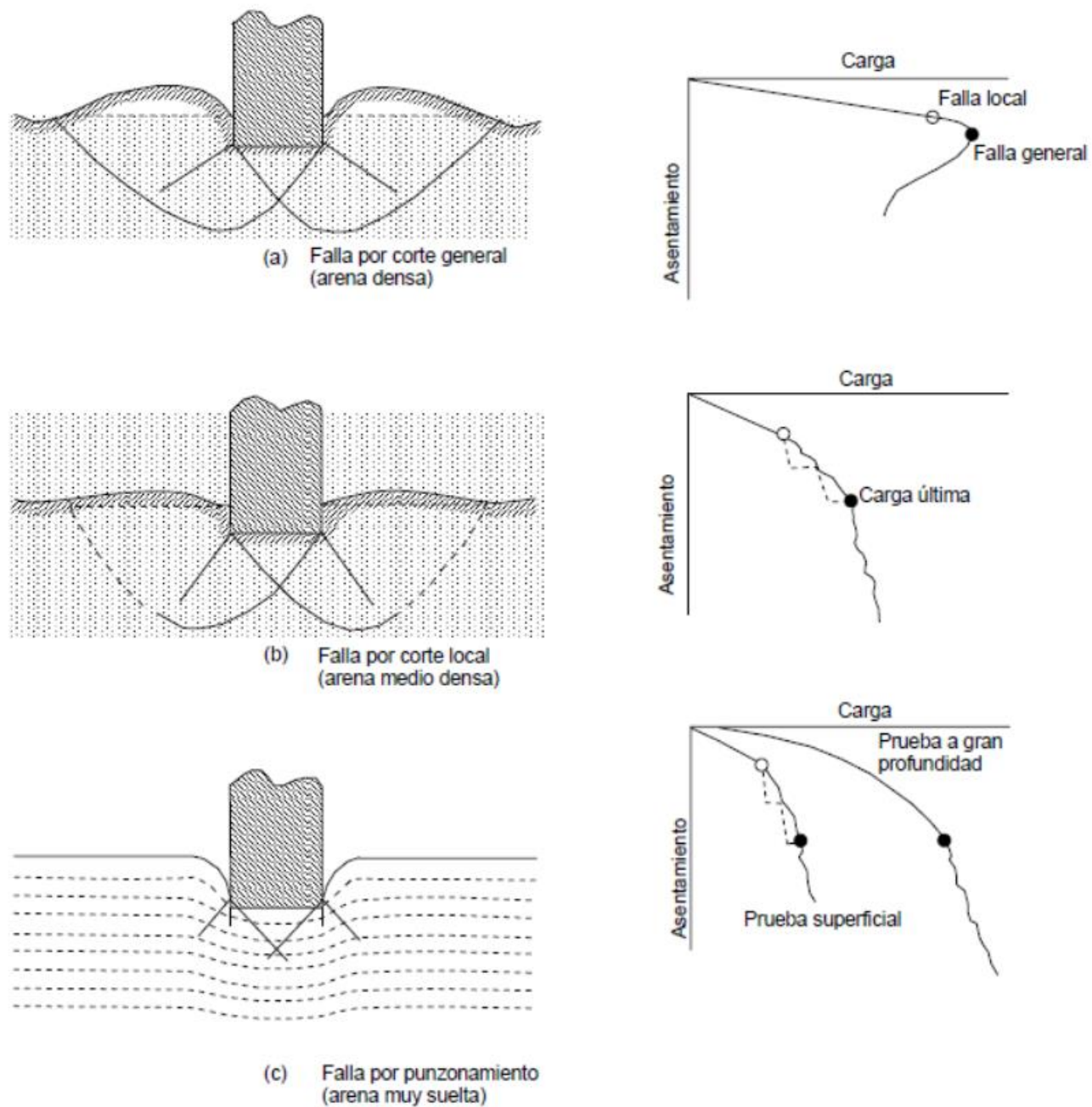


Figura 13: Curvas Cargas-Asentamiento y Zonas de fallas en Pruebas Modelo en Arena (Vesic, 1963)

Fuente: Alva (2012,p.780)



## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿De qué manera la mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos permitirá disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?

### **1.4.2 Problemas específicos**

#### **Problemas específicos 1**

¿En qué medida la evaluación de las características geotécnicas disminuye los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?

#### **Problemas específicos 2**

¿En qué magnitud el cálculo de las características geométricas del muro, disminuye los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?

#### **Problemas específicos 3**

¿De qué manera el análisis de la condición de estabilidad disminuye los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **Justificación teórica**

Se aplicó ideas y emitió conceptos por los cuales es importante desde un punto de vista teórico y cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer teoría del conocimiento existente (epistemología)(Galán,2010).

Esto respaldado por los antecedentes de autores que se dedicaron a los estudios relacionados al proceso de excavación masiva para muros anclados y el asentamiento debido a los procesos constructivos. Terzaghi, considerado el padre de la mecánica de suelos, Peck, Hanson, Thornburn, Delgado Contreras, son algunos de los autores que contribuyeron a la investigación

### **Justificación practica**

Se consideró las razones acerca de la utilidad y aplicabilidad de los resultados del estudio y de la importancia objetiva de analizar los hechos que los constituyeron y de la posibilidad de llegar a conclusiones lógicas de su solución y cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o proponer estrategias que cuando se aplican contribuyen a resolverlo (Galán, 2010). El mejoramiento del proceso de excavación masiva para la colocación de muros anclados en sótanos, con el fin de disminuir los asentamientos debido a los procesos constructivos va a significar un aporte a los profesionales dedicados a la construcción, por que evitará molestias de tener que enfrentar un proceso de reparaciones o problemas judiciales si el caso llega a mayores, este aporte podrá ser tomado en cuenta en todas las obras que consideren que mejor es una política de prevención antes que repara daños colaterales.

### **Justificación metodológica**

Se planteó que existió un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable y por lo tanto para investigar y observar durante un proceso que implica varias fases (Galán,2010).Considerando que el desarrollo del método constructivo que se empleará en una excavación masiva para la construcción de muros anclados dependerá en gran parte del estudio de mecánica de suelos y el informe geotécnico, esta investigación considero que se pongan mayores alcances y detalles cuando se realizan estos estudios. La gran demanda de la construcción en nuestro país en los últimos años ha traído como consecuencia el menor tiempo en la que debe ser concluida una obra, pero no debemos de dejar de poner atención a las buenas prácticas de la construcción, esta investigación buscará aportar a estas buenas prácticas para poder así mitigar los daños en edificaciones vecinas causados por sentamientos debido a los procesos constructivos. Por otro lado se buscó dejar un aporte a las futuras generaciones de investigadores a los cuales les llame la atención el mencionado tema del mejoramiento del proceso de excavaciones masivas para la construcción de muros anclado en sótanos, en la búsqueda de la disminución de daños colaterales en edificaciones vecinas, causado por asentamientos debido a procesos constructivos.

## **Justificación económica**

Represento un control en las finanzas evitando gastos de reparación, si consideramos una evaluación de costo beneficio entre prevención y reparación podremos reconsiderar detenernos con atención en la primera y así evitar gastos de reparaciones excesivos, de aplicarse este aporte en las diferentes obras de Lima que contenga excavaciones masivas en sótanos, se podría evitar retrasos en la obra, además del ahorro en horas hombre incrementando las utilidades.

## **Justificación social**

La investigación en el ámbito social y en la solución de los problemas humanos en el contexto específico donde se realizó el estudio, y si es posible, en contextos más amplios. Involucro la detección de situaciones sociales que de alguna manera hacen que se requiera la investigación. El mejoramiento de los procesos de excavación masiva para la construcción de muros anclados es un campo de investigación al que debemos poner atención, para poder disminuir los asentamientos debido a los procesos constructivos y así evitar daños colaterales en edificaciones colindantes existentes. Teniendo en cuenta que el objetivo de hacer una edificación es “construir y no destruir”. El mejoramiento del proceso de excavación masiva va a significar un aporte a los profesionales dedicados a la construcción, a la sociedad por que evitaría molestias de tener que enfrentar un proceso de reparaciones o problemas judiciales si el caso llega a mayores, este aporte podrá ser tomado en cuenta en todas las obras que consideren que mejor es una política de prevención antes que repara daños colaterales.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos disminuye los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.

## **1.6.2 Hipótesis específicas**

### **Hipótesis específica 1**

La evaluación de las características geotécnicas permite disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.

### **Hipótesis específica 2**

El cálculo de las características geométricas del muro reduce significativamente los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.

### **Hipótesis específica 3**

El análisis de la condición de estabilidad disminuye significativamente los asentamientos en las obras de edificaciones, 2017.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar la mejora del proceso de excavación masiva para muros anclados en sótanos disminuirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

#### **Objetivo específico 1**

Evaluar las características geotécnicas para disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.

#### **Objetivo específico 2**

Calcular las características geométricas del muro para reducir los asentamientos en obras de edificaciones de Lima, 2017.

#### **Objetivo específico 3**

Analizar la condición de estabilidad para disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de investigación

### Investigación tipo aplicada:

(Mendoza, 2012) considero: que la investigación es denominado práctica o empírica, guarda íntima relación con la investigación básica, porque depende de los descubrimientos y avances de esta última, enriqueciéndose de los mismos, con utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. La Investigación aplicada busca el conocer, para hacer, para actuar, para construir y para modificar.

Podemos decir que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, sin embargo, en una investigación empírica lo que realmente sirve, son las consecuencias prácticas.

### El diseño de la Investigación:

**No experimental:** La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Hernández, *et al*, 2010, p.189).

**Investigación transeccional:** [...] Recolectan datos de un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández, *et al*, 2010, pp.191-192).

**Nivel transeccionales descriptivo:** [...] Tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. El procedimiento consiste en medir en un grupo de personas u objetos una o – generalmente – más variables y proporcionar su descripción. Son, por lo tanto, estudios puramente descriptivos que cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (Hernández, *et al*, 2010, pp.193).



**Tabla 5:** Matriz de operacionalización de la variable 2: Asentamientos en obras de edificaciones

Definición Nominal	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Instrumento
EFEECTO VD  <b>Asentamientos en obras de edificaciones</b>	<p>TERZAGHI, (1980) <i>"Mecánica de Suelos en la ingeniería practica"</i> Segunda Edición.</p> <p><b>Asentamientos producidos por el aumento de la carga que actúa sobre el suelo circundante:</b> La aplicación de una carga sobre una porción de la superficie, encima de cualquier tipo de suelo, produce un hundimiento inclinado de la superficie del suelo adyacente. (p.565)</p> <p><b>Asentamientos debido a la excavación:</b> [...] Si todas las otras condiciones son iguales, el asentamiento producido por una excavación depende en gran parte del tipo de entibación utilizado para soportar las paredes de la excavación y del cuidado con que el mismo se instala. Por ello la magnitud del asentamiento no puede calcularse y toda previsión debe basarse solo en la experiencia derivada de casos bien documentados. (p.568-569)</p>	<p><b>V+Dimensión+Indicador+Instrumento</b></p> <p>Asentamientos debido a los procesos constructivos, Desplazamiento paralelo, Asentamiento, Agrietamiento, Fisuramientos, Empuje Activo y pasivo, Aumento de Carga, Deformación Lateral, Ubicación de la Grieta de Tensión</p>	<p>- Condición de Asentamiento</p> <p>- Agrietamiento</p> <p>- Deformación Lateral</p>	<p>- Asentamiento máximo</p> <p>- desplazamiento máximo</p> <p>- Aumento de Carga</p> <p>- Fisuramientos</p> <p>- Ubicación de la Grieta de Tensión</p>	<p>- Fichas técnicas</p> <p>Metrado de Cargas</p> <p>Check list</p> <p>Control Topográfico</p> <p>Observaciones continuas</p>

Fuente: elaboración propia



## **2.3 Población y muestra**

### **Población**

Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio (Wigodski, 2010,1)

**La población** de esta investigación fue en las obras de edificaciones con características similares, con la colaboración de la empresa JJC Contratista Generales S.A. Las cuales son: el Hotel Aeropuerto de Lima, Centro Empresarial III y Centro Empresarial IV.

### **Muestra**

“La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese grupo definido” (Hernández, *et al.* p. 175).

**La muestra** de esta investigación se tomó en la obra Hotel Aeropuerto de Lima.

El método de muestreo para seleccionar la muestra es no probabilístico intencional.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica e instrumento de recolección de datos**

Según (CARRILLO, 2011) considero que:

“Son Procedimientos o actividades con el propósito de recabar la información necesaria para el logro de los objetivos de una investigación” “Se refiere al cómo recoger los datos”

“Están relacionados con la operacionalización que se hace de las variables / categorías / dimensiones; las instancias para llevar a cabo tal recolección de data en el estudio”.

Los instrumentos utilizados fueron en la investigación han sido fichas técnicas, las cuales se muestran en los anexos.

## Principales Técnicas de recolección de datos

Según (CARRILLO, 2011) considero que:

**Observación:** Es el método fundamental de obtención de datos de la realidad.

### Validez y confiabilidad

**Validez:** consideran que validar es “determinar cualitativa y/o cuantitativamente un dato (Tamayo, 1980,15 p).

**Tabla 6:** Validez de juicio de experto

FECHA: Marzo 2017						Validador 1	Validador 2	Validador 2		
<b>I.- INFORMACIÓN GENERAL</b>										
TIPO DE OBRA		DISTRITO		PROVINCIA		1	1	1		
<b>II.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICA</b>										
TIPO DE SUELO		ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)		INTERCEPTO COHESIVO		MODULO DE ELASTICIDAD		1	0	1
<b>III.- CARACTERÍSTICAS DEL MURO</b>										
ALTURA (m)	INCLINACIÓN (°)	ESPESOR (m)	TIPO DE SOSTENIMIENTO		CONDICION DE SOSTENIMIENTO	CARGAS EXTERNAS		1	1	1
<b>IV.- CONDICIÓN DE ESTABILIDAD</b>										
MÉTODO		FDS ESTÁTICO	FDS SEUDOESTÁTICO	ACELERACIÓN DE DISEÑO		COEFICIENTE SISMICO		1	1	1
<b>V.- CONDICIÓN DE ASENTAMIENTO</b>										
MÉTODO		ASENTAMIENTO MAXIMO		DESPLAZAMIENTO MAXIMO		1	1	1		
<b>VI.- REGISTRO FOTOGRAFICO</b>										
						1	1	1		
						1.00	0.83	1.00		
						<b>0.94</b>				
						<b>PROMEDIO FINAL</b>				

Fuente: elaboración propia

**Confiabilidad:** La confiabilidad se refiere al nivel de exactitud y consistencia de los resultados obtenidos al aplicar el instrumento por segunda vez en condiciones tan parecidas como sea posible.

## INTERPRETACIÓN DE UN COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD

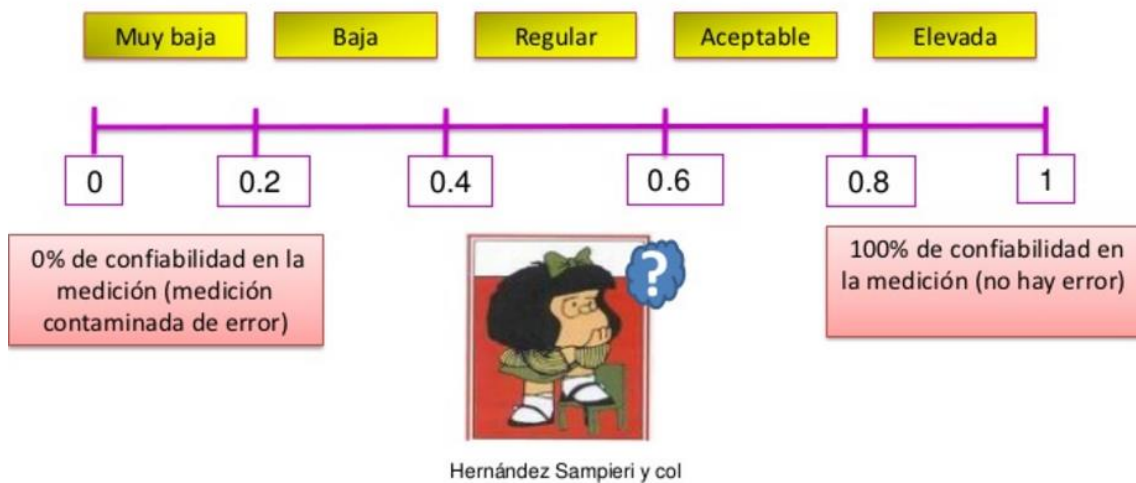


Figura 14: Interpretación de un coeficiente de confiabilidad

Fuente: elaboración propia

### 2.5 Métodos de análisis de datos

Para la recopilación de datos se hizo visita a la obra "Hotel Aeropuerto" de donde se tomará las muestras de los parámetros geotécnicos.

Los resultados obtenidos de la recopilación de datos los parámetros geotécnicos se analizaron mediante el método de equilibrio límite para la estabilidad del talud en el software Slide.

## **2.6 Aspectos éticos**

La investigación brindo resultados tomados en conocimiento de cada uno de los colaboradores consultados, por lo tanto los datos serán veraces y posteriormente expuestos al público que desee consultarlo, los colaboradores son en su mayoría Ingenieros civiles, técnicos en construcción civil, técnicos en Mecánica de suelos, topógrafos de la empresa JJC Contratistas Generales S.A. Que se encuestaron laborando en tres de las obras con características similares de las cuales se han tomado las muestras para poder realizar esta investigación.

En la investigación se consideró teorías de otros investigadores los cuales han estudiado en diferentes aspectos el tema de Excavaciones masivas para muros anclados en sótanos y por otro lado la disminución de daños colaterales en edificaciones vecinas, los cuales se encuentran debidamente citados según el manual de referencias ISO Fondo editorial 2012-I sin embargo en las investigaciones citados no habían tocado estos dos temas en conjunto cómo materia de investigación.

La investigación respeto los lineamientos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, que sugiero a través de un esquema del proyecto de investigación a seguir, respetando la privacidad del autor así como contempla mantener la discreción con la información privada de la empresa que colabora en esta investigación.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Información General

#### Ubicación de la obra

Es una obra de edificación que tiene un área de 1500 m<sup>2</sup> y se encuentra ubicado en la intersección de la avenida Tomas Valle con la avenida Elmer Faucett, adyacente al centro Aéreo Comercial, frente al Aeropuerto Jorge Chávez, en el distrito del Callo, Provincia constitucional del Callo y Departamento de Lima, se adjunta imagen satelital de la ubicación del terreno.



*Figura 14:* Ubicación del terreno de la Obra Hotel Aeropuerto

Fuente: Google Earth

- **-Evaluación de las características geotécnicas de los suelos**

**-Propiedades Físicas del suelo**

- **Clasificación del suelo SUCS:**

Se presentó un tipo de suelo de Grava arenosa ligeramente a limosa a limosa, medianamente densa. (Ver análisis granulométrico en anexos)

M-001: GP (grava Pobremente graduado (Tamaño de partícula uniforme))

M-002: GP-GM (grava Pobremente graduado, con Limos)

M-003: GP (grava Pobremente graduado (Tamaño de partícula uniforme))

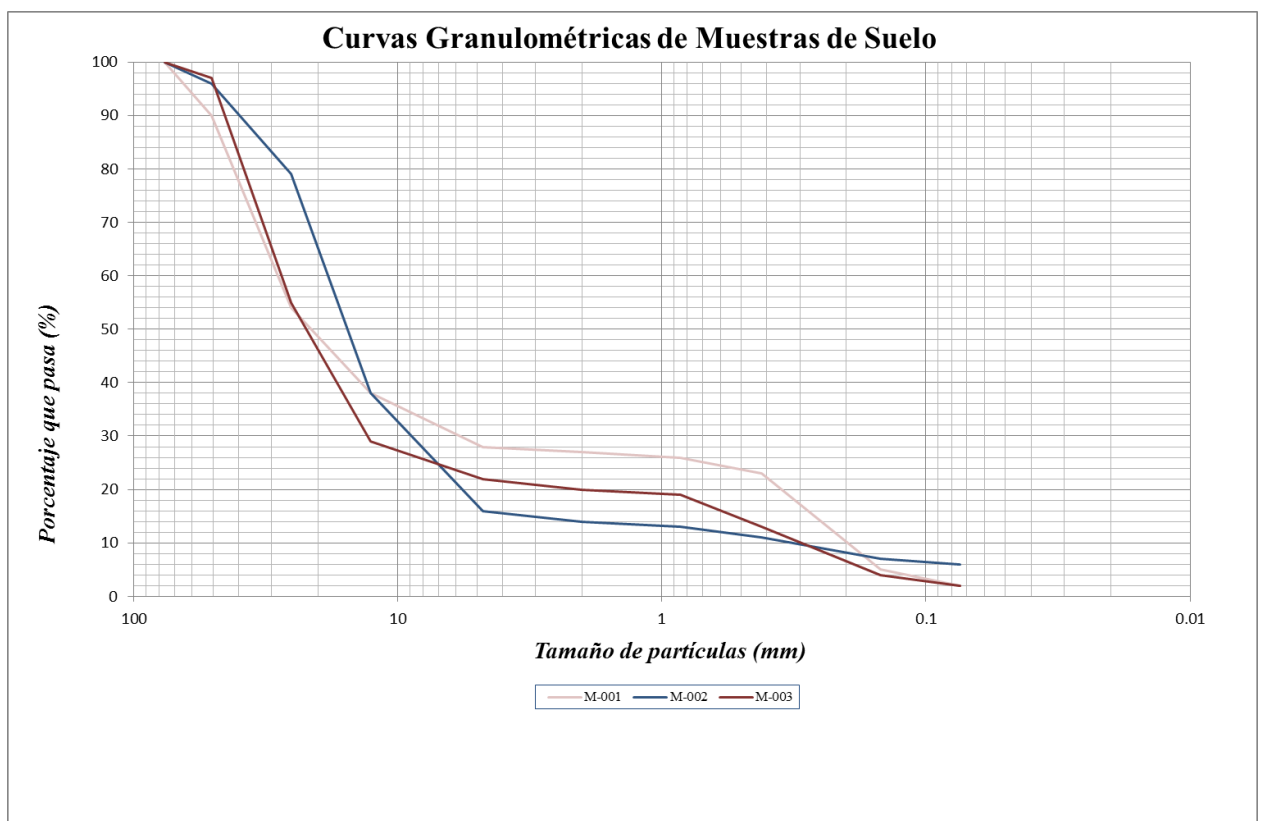


Figura 15: Curvas Granulométricas de las 3 muestras

Fuente: elaboración propia

**Perfil del Terreno.-** Se presentó el perfil estratigráfico de la perforación P-01 (profundidad 16.20m):

- 0.0m a 1.85m: Relleno. Presencia de arenas con gravas aisladas de 3", compacta beige. Se observó presencia de residuos de carbón y raíces.
- 1.85m a 3.20m: Gravas con matriz limo - arenosas, poca plasticidad, semi-compacta, marrón claro, poca humedad. Presencia bloques angulosos.
- 3.20m a 5.05m: Gravas con matriz arenosa, no plástica, marrón oscuro. Presencia de gravas aisladas entre 3" y 2" en 60%.
- 5.05m a 6.00m: Gravas con matriz arenosa, no plástica, marrón oscuro. Presencia de gravas aisladas redondeadas entre 3" y 2" en 40%.
- 6.00m a 14.80m: Gravas con matriz arenosa, no plástica, marrón oscuro. Presencia de gravas aisladas redondeadas entre 3" y 2" en 30%.
- 14.80m a 16.20m: Arenas con gravas, no plástica, marrón oscuro. Presencia de gravas aisladas redondeadas entre 3" y 2" en 10%.



*Figura 16:* Muestra recuperado de la perforación.

Fuente: Estudio de suelos de la obra



## Nivel Freático

- Durante la perforación se instaló un piezómetro de tipo Casagrande.
- Se realizó mediciones de nivel freático 72 horas después de instalado el piezómetro y se observó presencia de agua a los 13.40m de profundidad en relación al nivel actual del terreno.
- Se consideró que el nivel freático está en una condición estabilizada, dado que se tomó la medición 72 horas después.



*Figura 17:* Medición del Nivel freático.

Fuente: elaboración propia



*Figura 18:* Nivel freático a 13.40m por debajo de nivel de terreno natural.

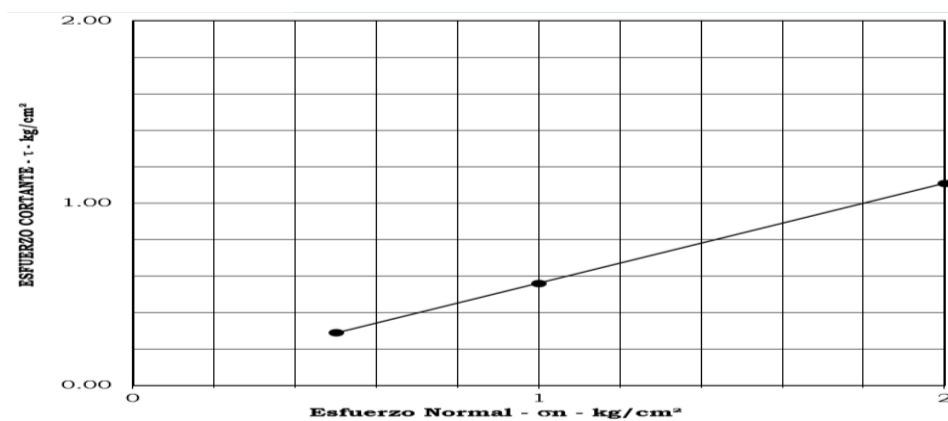
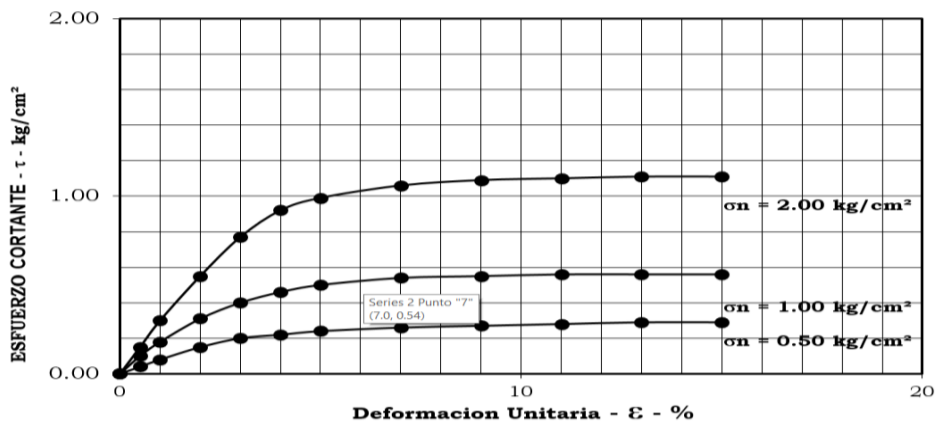
Fuente: elaboración propia

## Propiedades mecánicas del suelo

### - Ensayo de corte directo

(Véase anexos para tabla de resultados en ensayo de corte)

<b>CALICATA</b>	: <b>MBP-001</b>
Profundidad (m.)	: <b>TALUD</b>
Clasificación SUCS	: <b>GP con grava</b>
Angulo de fricción interna del suelo	: <b>33.14 °</b>
Cohesión Aparente del suelo	: <b>0.01 kg/cm<sup>2</sup></b>
Densidad Seca Promedio ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: <b>2.11 gr/cm<sup>3</sup></b>
Humedad Natural ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: <b>3.08 %</b>



### - Figura 19: Ensayo de corte directo

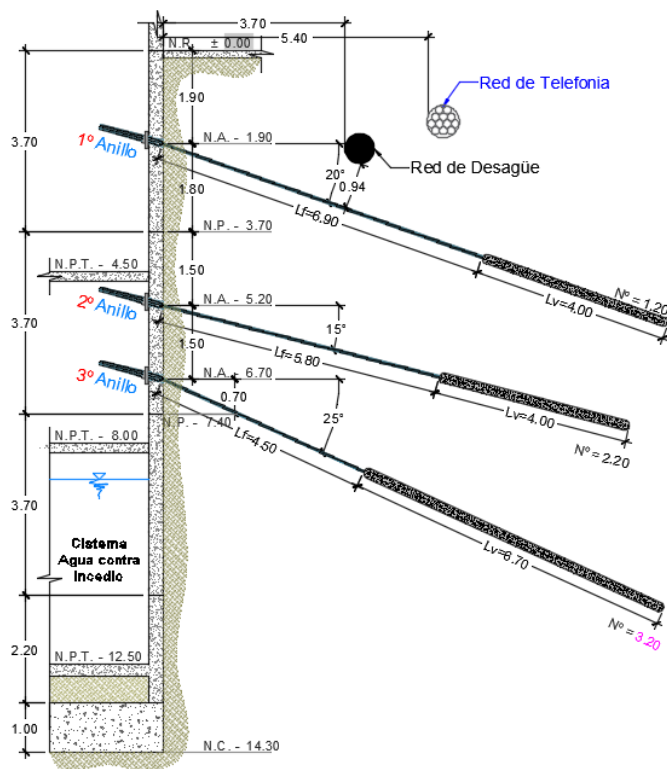
Fuente: elaboración propia

- **Características geométricas del muro**

**Altura, inclinación, espesor, tipo de sostenimiento, condición de sostenimiento y cargas extras**

Para las características del muro se obtuvo el diseño estructural y el diseño de muros anclados donde se muestran las siguientes características:

- La altura máxima : 12.50m
- Inclinación : 90°
- Espesor : 0.25m
- Tipo de sostenimiento : Anclajes Activos
- Condición de sostenimiento : Temporal

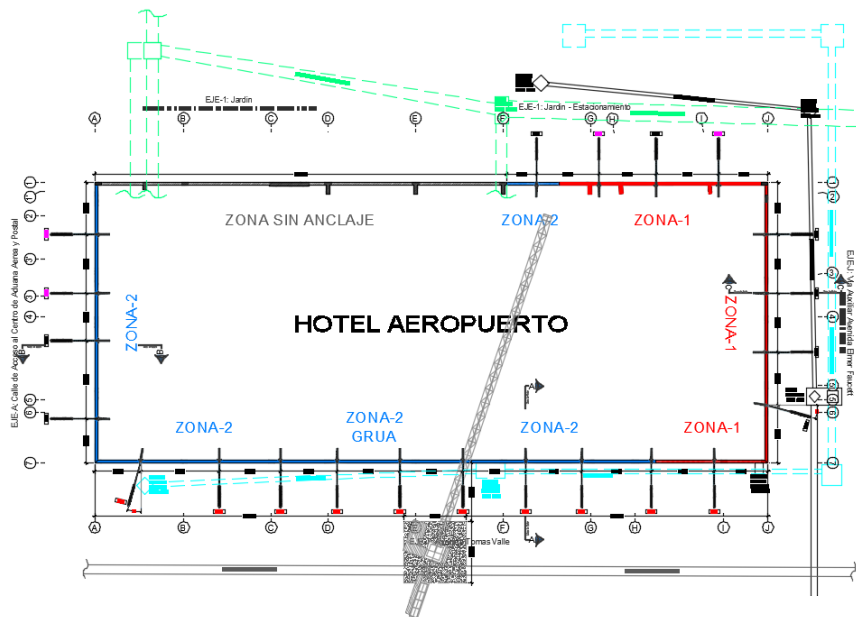


Corte: C-C

- **Figura 20: Características geométricas del muro**
- Fuente: elaboración propia

- **Cargas externas**

Para entender las cargas consideradas se presenta el plano en planta y la distribución de consideraciones:



- **Figura 21: Características cargas externas**

Fuente: elaboración propia

• **MURO EJE 7-7 (//Av. Tomas Valle)**

- Sobrecarga actuante = 1.50 t/m<sup>2</sup>
- Longitud del muro = 60.00m
- Área a contener = 581.44m<sup>2</sup>

• **MURO EJE A-A**

- Sobrecarga actuante = 2.00 t/m<sup>2</sup>
- Longitud del muro = 25.00m
- Área a contener = 250.39m<sup>2</sup>

• **MURO EJE 1-1**

- Sobrecarga actuante = 2.00 t/m<sup>2</sup>
- Longitud del muro = 60.00m
- Área a contener = 659.89m<sup>2</sup>

• **MURO EJE J-J**

- Sobrecarga actuante = 2.00 t/m<sup>2</sup>
- Longitud del muro = 25.00m
- Área a contener = 335.59m<sup>2</sup>

## Procedimiento de diseño del muro

### - Diseño del cable anclado (60Tn)

La carga de diseño sigue la siguiente expresión:

$$P_w = \frac{0.9 f_y A_s}{n}$$

Donde:

$n$  : Coeficiente de seguridad = 1.75. (Anclajes permanentes)

$f_y$  : Esfuerzo de fluencia del acero.

$A_s$  : Área de refuerzo del acero.

$P_w$  : Carga de trabajo del anclaje.

Considerando un acero ASTM A-416 grado 270,  $f_{pu} = 18900 \text{ kg/cm}^2$ .

Entonces:

$$A_s = \frac{1.75 P_w}{0.9 F_y}$$

Donde:

$$F_y = 0.9 F_{pu}$$

Para  $P_w = 60 \text{ ton}$ :

$$A_s = 6.84 \text{ cm}^2$$

Considerando cables de diámetro  $\varnothing=0.5''$ , se tiene:

$$n = \frac{A_s}{A_t} = \frac{6.84}{0.987} = 6.94$$

Dónde:  $A_t=0.987 \text{ cm}^2$ , para cables de diámetro  $\varnothing=0.5''$ . Así, se utilizará entonces un total de  $n = 7$  torones.

Para el diseño del bulbo, se considera la carga límite:

$$P_{s \text{ Lim}} = 0.9 F_y A_s$$

Reemplazando valores:

$$P_{s \text{ Lim}} = 0.9 \times 17.01 \times 7 \times 0.987 = 105.77 \text{ ton}$$

- **Diseño del bulbo en suelo No Cohesivo**

Considerando que el bulbo absorbe toda la fuerza de anclaje:

$$P_b = K A_t \sigma_v \operatorname{tg} \delta$$

Considerando que:

$$A_t = \pi D L_b$$

Entonces:

$$P_b = K \pi D L_b \sigma_v \operatorname{tg} \delta$$

Donde:

$P_b$  : capacidad de carga mínima del bulbo.

$K$  : coeficiente de presión de tierra, función del tipo de suelo.

$A_t$  : área del bulbo en contacto con el suelo.

$D$  : diámetro de la perforación

$L_b$  : longitud del tramo anclado.

$\sigma_v$  : esfuerzo efectivo del suelo aplicado al bulbo.

$\delta$  : ángulo de fricción entre el suelo y el bulbo.

Luego:

$$D = \frac{0.9 f_y A_s}{K \pi L_b \sigma_v \operatorname{tg} \delta}$$

Para el cálculo del esfuerzo efectivo se realiza la siguiente operación:

$$\sigma_v = \gamma * h$$

Donde  $\gamma$ = peso volumétrico del suelo promedio (2.1 Tn/m<sup>3</sup>),  $h$ =altura del anclaje con respecto al nivel 0.00

Reemplazando:

$$D = \frac{0.9 \times 0.9 \times 18900 \times 7 \times 0.987}{1.85 \times \pi \times 4.50 \times 2100 * 5.5 \operatorname{tg}(2 * \frac{38}{3})} = 0.75m$$

- **Diseño del cable anclado (70Tn)**

La carga de diseño sigue la siguiente expresión:

$$P_w = \frac{0.9 f_y A_s}{n}$$

Donde:

$n$  : Coeficiente de seguridad = 1.75. (Anclajes permanentes)

$f_y$  : Esfuerzo de fluencia del acero.

$A_s$  : Área de refuerzo del acero.

$P_w$  : Carga de trabajo del anclaje.

Considerando un acero ASTM A-416 grado 270,  $f_{pu} = 18900 \text{ kg/cm}^2$ .

Entonces:

$$A_s = \frac{1.75 P_w}{0.9 F_y}$$

Donde:

$$F_y = 0.9 F_{pu}$$

Para  $P_w = 70 \text{ ton}$ :

$$A_s = 7.98 \text{ cm}^2$$

Considerando cables de diámetro  $\varnothing=0.5''$ , se tiene:

$$n = \frac{A_s}{A_t} = \frac{7.98}{0.987} = 8.09$$

Dónde:  $A_t=0.987 \text{ cm}^2$ , para cables de diámetro  $\varnothing=0.5''$ . Así, se utilizará entonces un total de  $n = 9$  torones.

Para el diseño del bulbo, se considera la carga límite:

$$P_{s \text{ Lim}} = 0.9 F_y A_s$$

Reemplazando valores:

$$P_{s \text{ Lim}} = 0.9 \times 17.01 \times 9 \times 0.987 = 135.99 \text{ ton}$$

## - Diseño del bulbo en suelo No Cohesivo

Considerando que el bulbo absorbe toda la fuerza de anclaje:

$$P_b = K A_t \sigma_v \operatorname{tg} \delta$$

Considerando que:

$$A_t = \pi D L_b$$

Entonces:

$$P_b = K \pi D L_b \sigma_v \operatorname{tg} \delta$$

Donde:

$P_b$  : capacidad de carga mínima del bulbo.

$K$  : coeficiente de presión de tierra, función del tipo de suelo.

$A_t$  : área del bulbo en contacto con el suelo.

$D$  : diámetro de la perforación

$L_b$  : longitud del tramo anclado.

$\sigma_v$  : esfuerzo efectivo del suelo aplicado al bulbo.

$\delta$  : ángulo de fricción entre el suelo y el bulbo.

Luego:

$$D = \frac{0.9 f_y A_s}{K \pi L_b \sigma_v \operatorname{tg} \delta}$$

Reemplazando:

$$D = \frac{0.9 \times 0.9 \times 18900 \times 9 \times 0.987}{1.85 \times \pi \times 10.50 \times 2100 \times 7.3 \operatorname{tg}(2 * \frac{38}{3})} = 0.55m$$

## - Análisis de Condición de estabilidad

### Método

Para el cálculo de estabilidad se han definido modelos geomecánicos que representaron las condiciones in-situ del terreno de excavación y el proceso constructivo de los muros anclados. El procesamiento numérico de los modelos se ha desarrollado en base al método de equilibrio límite.

Se consideró los siguientes modelos geomecánicos característicos:



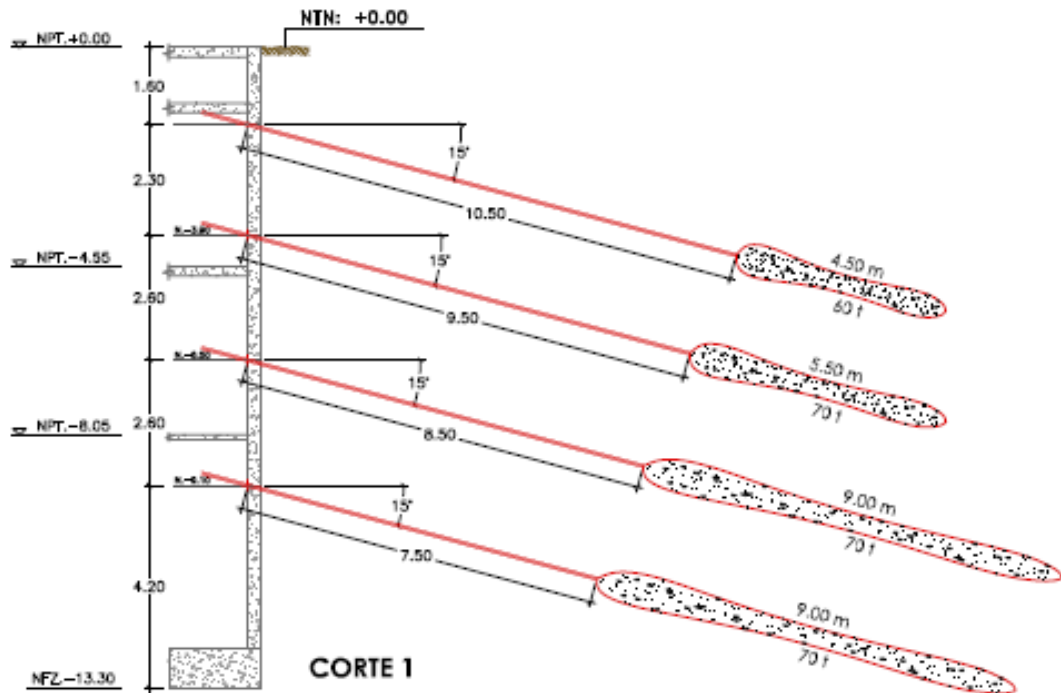


Figura 22: Características de corte 1

Fuente: elaboración propia

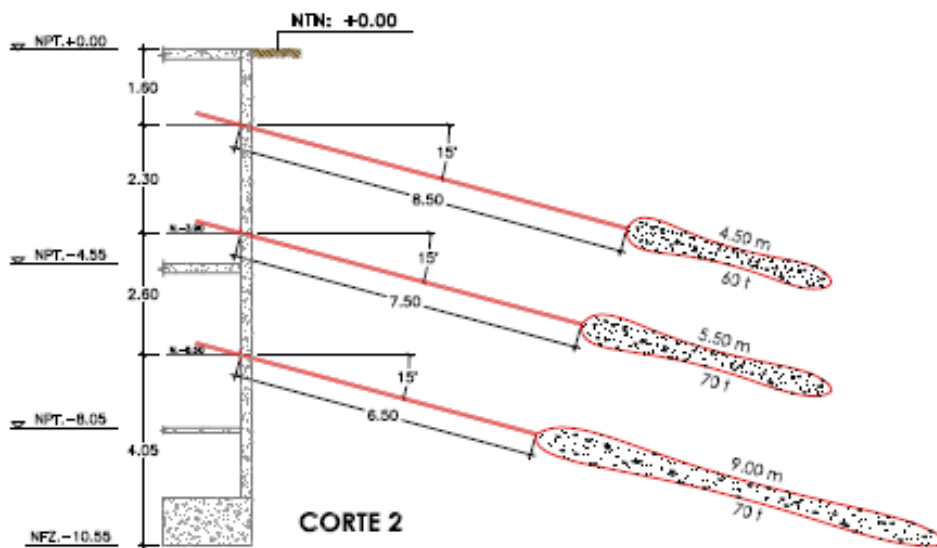


Figura 23: Características de corte 2

Fuente: elaboración propia

Para realizar los cálculos de estabilidad se ha considerado los parámetros geomecánicos típicos del suelo descrito anteriormente, los cuales se mostraron en siguiente cuadro:

Tabla 7: Tipos de suelo

Tipo de Suelo	$\gamma(t/m^3)$	$C(t/m^2)$	$\phi(^{\circ})$
	1.90	0.00	35.00
Grava Promedio	2.10	3.00	36.00
Grava Saturada	2.10	0.00	28.00

Fuente: elaboración propia

Los resultados fueron obtenidos del análisis de las características geotécnicas del suelo, que se muestran los anexos

### **Factor de seguridad estático, seudo estático y factor se seguridad (FS)**

Los resultados del análisis estático y seudo estático en cada uno de los modelos geomecánicos en imágenes y los factores de seguridad se muestran en el siguiente cuadro:

**Tabla 8:** *Factor de seguridad*

CORTE	ANÁLISIS	F.S.
1	Estático	1.501
	Seudo estático	1.100
2	Estático	1.533
	Seudo estático	1.247

Fuente: elaboración propia

### **Aceleración de diseño**

Para el cálculo de estabilidad en el tipo de terreno de la ciudad de Lima y teniendo en cuenta el carácter temporal del sostenimiento, se han considerado los siguientes valores de aceleración normalizada:

**Tabla 9:** *Aceleración*

Dirección	Aceleración
Horizontal	0.52
Vertical	No se considera

Fuente: elaboración propia

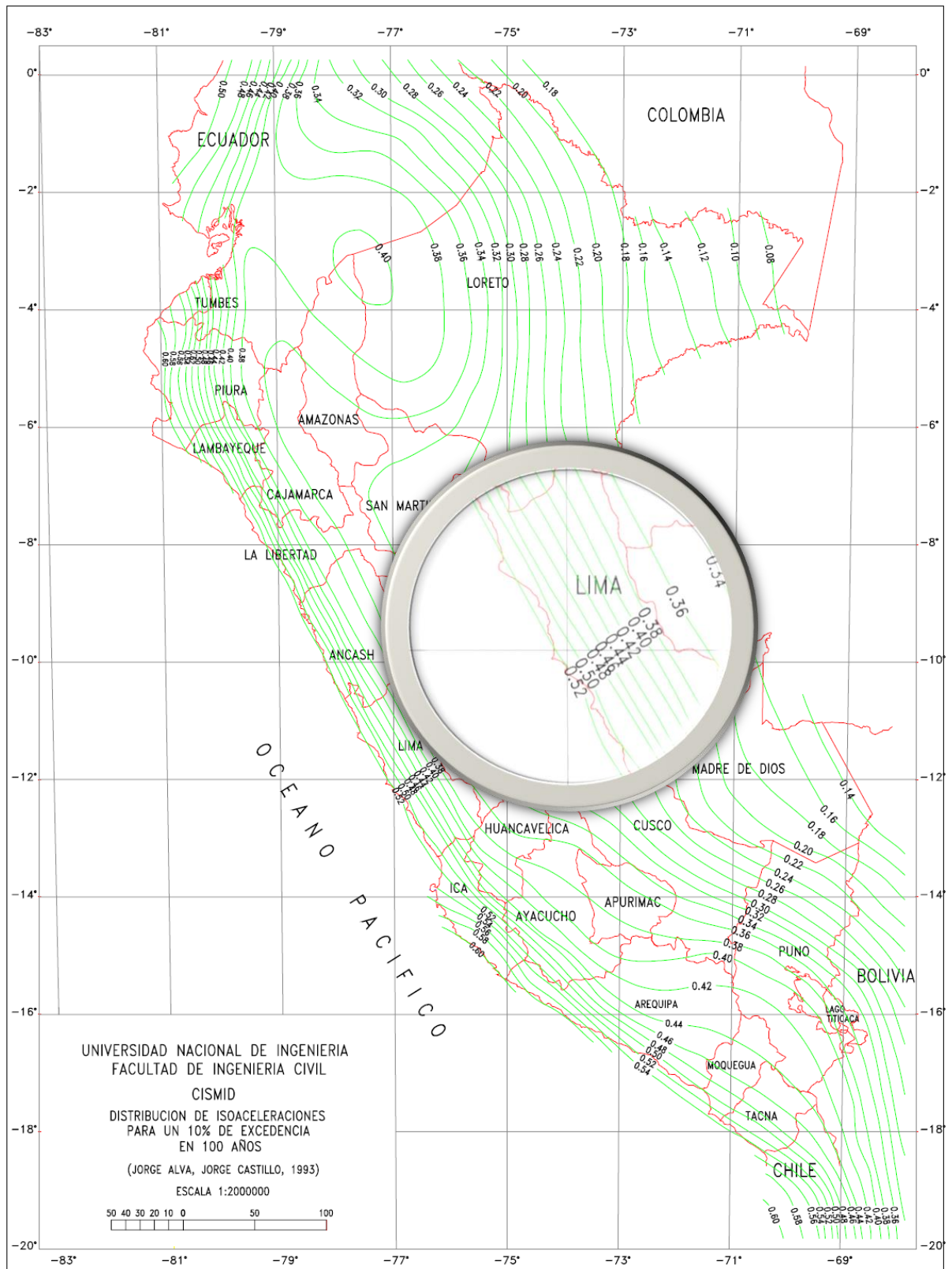


Figura 24: Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 100 años

Fuente: UNI. Civil CISMID

## Coeficiente sísmico

Se consideró el valor de 0.52 como aceleración de diseño. El coeficiente sísmico asumido es de 0.26 (50% de la aceleración).

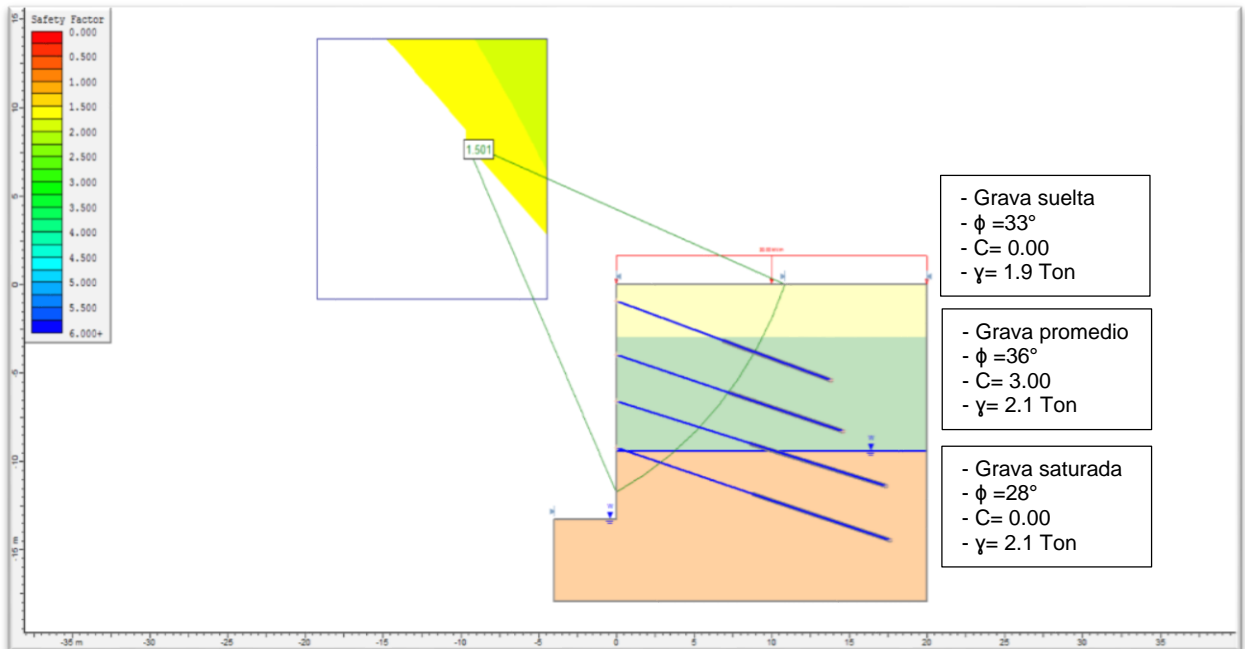


Figura 25: Corte 1 (estático)

Fuente: elaboración propia

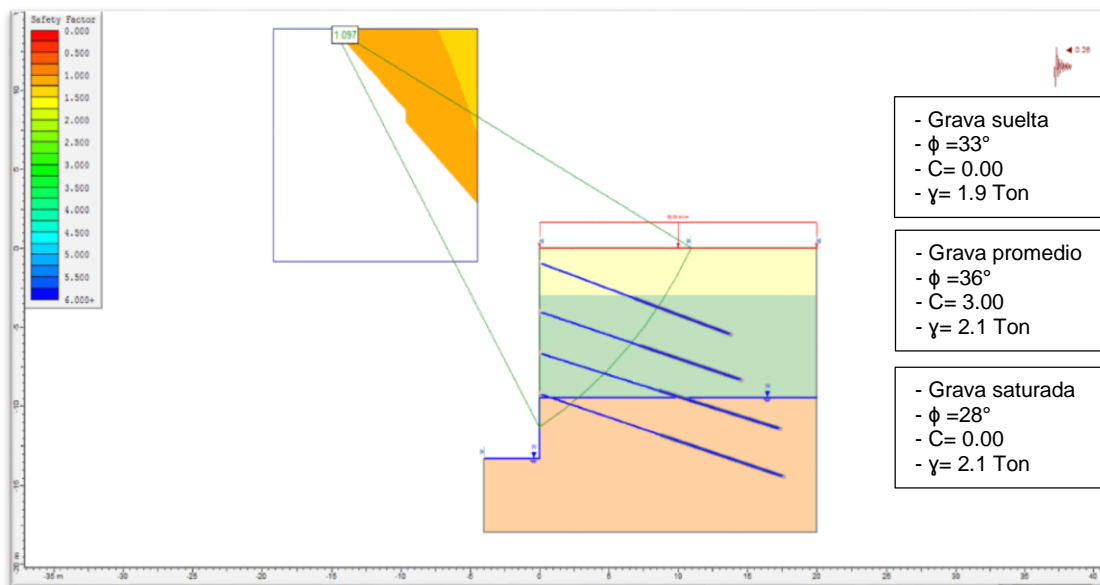


Figura 26: Corte 1 (seudo estático)

Fuente: elaboración propia

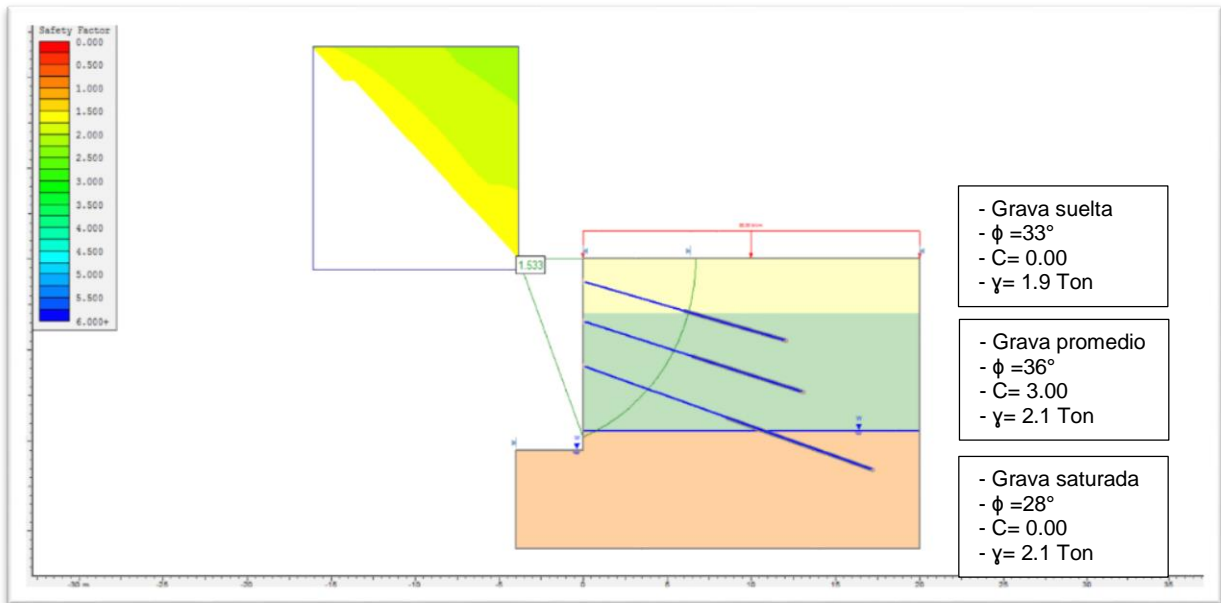


Figura 27: Corte 2 (estático)

Fuente: elaboración propia

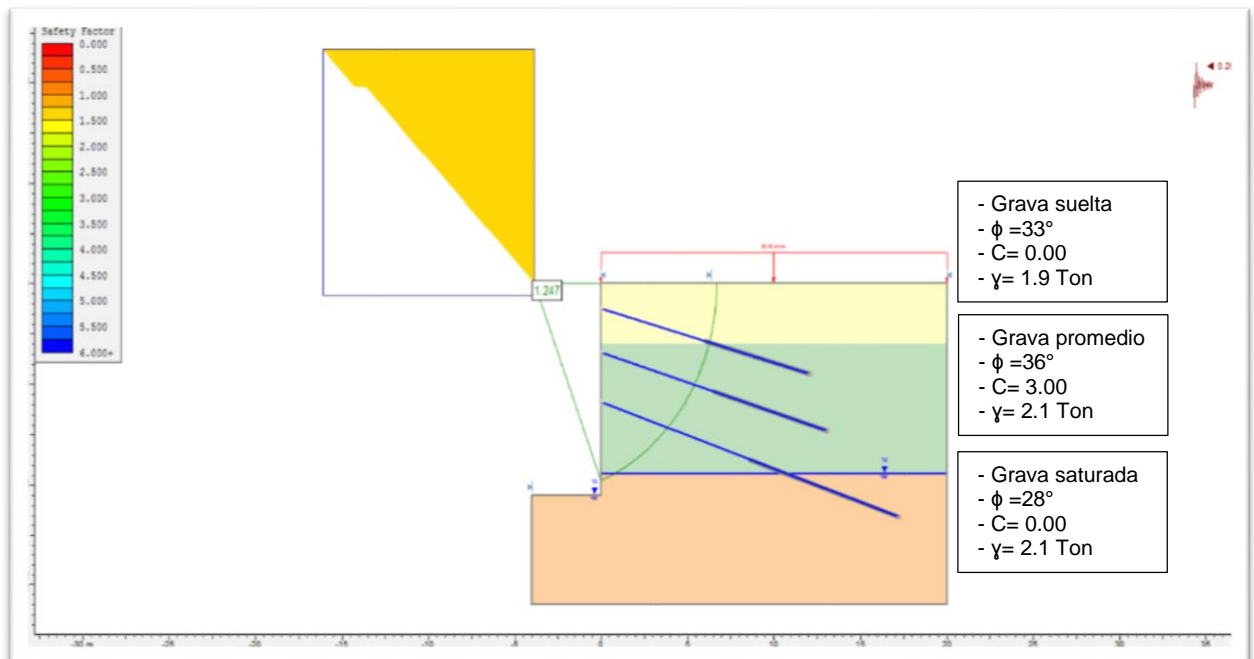


Figura 28: Corte 2 (seudo estático)

Fuente: elaboración propia

## **IV. DISCUSIÓN**

1.- Moscozo (2011) concluyo que: La plena identificación de los posibles estratos a encontrar durante el proceso de excavación, asegura la correcta selección de maquinaria, equipo y personal, evitará la generación de costos innecesarios u ocultos que estén fuera del alcance inicial del proyecto.

Para constatar estos datos el investigador realizó ensayos a las propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio, en el ensayo de análisis granulométrico de suelos por tamizado según la norma ASTM D422 resultó que predomina un suelo de grava pobremente graduado con presencia de limos, por otro lado en ensayo de corte directo un ángulo de fricción interna del suelo  $\Phi = 33.79^\circ$  (promedio), y la cohesión aparente del suelo  $C = 0.01 \text{ Kg/Cm}^2$ .

2.- Puelles (2012) concluyo: que para las condiciones estudiadas, no resulta muy conveniente usar longitudes de bulbo superiores a  $L_b = 7.00 \text{ m}$ , pues la eficiencia de la capacidad de adherencia última en el contacto suelo - lechada de cemento  $\tau_{ult}$ , decrece sustancialmente a partir de esta longitud. En esta investigación se realizaron los cálculos de los diámetros del bulbo de los anclajes, y las longitudes de los cables de anclaje obteniendo como resultados que las longitudes no exceden los 7m, en concordancia con el antecedente.

3.- Martos (2013) concluyo que: Comparar el comportamiento del suelo según los diferentes modelos constitutivos existentes en el programa de elementos finitos Plaxis. Respecto a los modelos constitutivos utilizados en Plaxis se concluye que los resultados obtenidos sufren variaciones según el modelo utilizado. Por otro lado para la presente investigación se realizó un análisis de estabilidad utilizando el programa Slide, obteniendo resultados de los factores de seguridad estático, y pseudo estático.

La investigación tuvo como objetivo principal Determinar que la mejora del proceso de excavación masiva para muros anclados en sótanos disminuirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017. Llegando a la conclusión de la mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos permitirá la disminución de asentamientos en las obras de edificaciones, teniendo en cuenta las características geotécnicas del suelo, realizando el cálculo de las características geométricas del muro y el análisis de estabilidad, apoyado por un software especializado, podemos identificar las posibles zonas de falla por asentamiento, a la vez se pudo idear un procedimiento adecuado para realizar excavaciones masivas. Se consideró Montes (2010) que señaló que las herramientas que pretendan predecir los efectos estructurales causados por asentamientos superficiales en el terreno de cimentación.



## **V. CONCLUSIÓN**

**Primero:**

Evaluar las características geotécnicas del suelo mediante el análisis de las propiedades físicas y mecánicas es fundamental para proceder a ejecutar la obra, siendo estos, indicadores para identificar y planificar el procedimiento que se puede utilizar en el proceso de excavación masiva para muros anclados en sótanos, o en su defecto tomar precauciones para evitar algún daño a edificaciones vecinas por causa de asentamientos.

**Segundo:**

El cálculo de las características geométricas del muro nos permitió determinar las condiciones de estabilidad que transmite el diseño del anclaje y el bulbo, luego de realizar el análisis respectivo del muro en los diferentes cortes, se concluyó que es posible necesitar una mayor longitud de bulbo en los últimos cables para poder lograr unos factores de seguridad aceptables tanto en los casos estáticos y pseudo estáticos, de 1.56 y 1.24 respectivamente.

**Tercero:**

Realizar un análisis de condición de estabilidad, utilizando el método de equilibrio límite apoyado del software Slide, nos permitió identificar los factores de seguridad tanto estático como pseudo estático y la longitud en la superficie por donde pasa el plano de falla, de este modo es posible identificar las posibles zonas donde se puedan producir los asentamientos, en cuanto al aumento de carga debido a la colocación de algunas obras provisionales se debe calcular el peso adicional para saber si está considerado dentro del rango de la sobre carga.

**Cuarto:**

En conclusión la mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos permitirá la disminución de asentamientos en las obras de edificaciones, teniendo en cuenta las características geotécnicas del suelo donde se va a construir, realizando el diseño de las características geométricas del muro y realizando un análisis de estabilidad apoyado por un software, es posible identificar las posibles zonas de falla por asentamiento, a la vez se puede idear un procedimiento adecuado para realizar excavaciones masivas

## **VI. RECOMENDACIONES**

- al Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, al área de ingeniería de las empresas constructoras, al área de planeamiento y programación, a los analistas de proyectos, ingenieros civiles y a quienes están involucrados en la construcción de edificaciones y obras con excavaciones profundas. Para poder disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones y evitar daños en los edificios colindantes
- al Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, realizar ensayos adecuados que nos permitan identificar las propiedades físicas y mecánicas, nos ayudará a tomar las decisiones adecuadas en cuanto al proceso de excavación a utilizar. Como se presenta en esta investigación se realizaron ensayos de análisis granulométrico de suelos por tamizado según la norma ASTM D422 resultó que predomina un suelo de grava pobremente graduado con presencia de limos, por otro lado en ensayo de corte directo un ángulo de fricción interna del suelo  $\Phi = 33.79^\circ$  (promedio), y la cohesión aparente del suelo  $C = 0.01 \text{ Kg/Cm}^2$ .
- al Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, realizar el cálculo de las características geométricas para identificar los diámetros de los anclajes y la longitud del bulbo nos ayudará a disminuir los asentamientos por donde pasa el plano de falla. Como se presenta en esta investigación se realizaron los cálculos de los diámetros del bulbo de los anclajes, y las longitudes de los cables de anclaje obteniendo como resultados que las longitudes no exceden los 7m.
- al Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, analizar la condición de estabilidad con ayuda de software especializado, nos permitirá identificar los valores de factor de seguridad y la zona por donde pasará el plano de falla. Como se presenta se realizó un análisis de estabilidad utilizando el programa Slide, obteniendo resultados de los factores de seguridad estático, y pseudo estático, de 1.56 y 1.24 respectivamente. Para poder determinar que la mejora de la excavación masiva en muros anclados nos permitirá disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones.

## **VII. REFERENCIAS**

ALVA, Jorge. Diseño de edificaciones, Lima: UNI, 2012, 880 pp.

RENGIFO, José. Muros anclados en arenas, análisis y comparación de técnicas de anclajes. Tesis (Titulo en ingeniería civil).Lima: PUCP, 2015, 83 pp.

Disponible en

[file:///C:/Users/CARLOS~1/AppData/Local/Temp/RENGIFO JOSE MUROS A NCLADOS.pdf](file:///C:/Users/CARLOS~1/AppData/Local/Temp/RENGIFO_JOSE_MUROS_A_NCLADOS.pdf)

CABELLO, Gustavo. Análisis comparativo de la estabilización de taludes mediante el uso de muros anclados y calzaduras en la construcción de edificaciones.Lima.2012

CARRILLO, Nelsy. es.slideshare.net. [En línea] 3 de JUNIO de 2011. [Citado el: 28 de OCTUBRE de 2016.] <https://es.slideshare.net/nelsycarrillo/tcnica-de-observacin>.

CHAVEZ, Adriana Fallas presentadas en algunas obras subterráneas y cimentaciones. Tesis (Especialista en construcción).Mexico:UNAM.2014,89 pp.

Disponible en

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7299/tesis.pdf?sequence=1>

DELGADO, Genaro. Proceso constructivo de una Edificación con sótano utilizando Muros Pantall. Lima : Grupocivil - UGCM

Disponible en

<https://es.scribd.com/document/255128546/Proceso-Constructivo-de-una-Edificacion-con-Sotanos-Utilizando-Calzaduras-MG-ING-GENARO-DELGADO-CONTRERAS-pdf>

DUQUE, Camilo. Instrumentación para el control de estabilidad y asentamientos como consecuencia del diseño de la estación Marly de la primera línea del metro de Bogotá. Bogotá, 2015.120 pp.

Geofortis Soluciones Geotecnicas Confiables.

Disponible en  
<http://www.geofortis.co.cr/descargas/Procedimiento%20constructivo%20muro%20anclado.pdf>.

GRAHN, Mattie's. Structural analysis and design of concrete.EE.UU:Chalmer University of Technology.2012,77 pp.

Disponible en  
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/179657/179657.pdf>

HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C, BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 5ª ed. México: McGraw- Hill Interamericana. 2010,565 pp.

Disponible en  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

NUÑEZ. Mariela 2014. es.slideshare.net. [En línea] 23 de MARZO de 2014. [Citado el: 28 de OCTUBRE de 2016.]

Disponible en  
<https://es.slideshare.net/MarielaNuez4/validez-y-confiabilidad-32642343>

MARTOS, Raquel. Estudio del comportamiento de anclajes al terreno en muros de gran altura. Barcelona : s.n., 2013

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. [En línea] 12 de Diciembre de 2011

Disponible en  
<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/mayo/18/RD-073-2010-VIVIENDA-VMCS-DNC.pdf>.

MONTES, Bruno de Carvalho. Análisis del comportamiento de un edificio de obra de fábrica sometido a asentamientos inducidos por la perforación de túneles. Tesis(Maestría en ingeniería estructural y construcción).Barcelona:Universitat tecnica de Catalunya.2010,170 pp.

Disponible en:  
<file:///C:/Users/Nancy/Downloads/Tesina.bruno.barbosa.masterIEC.analisis>

[%20del%20comportamiento%20de%20un%20edificio%20sometido%20a%20a  
sentamientos%20inducidos%20por%20la%20perfo-1.pdf](#)

MOSCOZO, Luis. Metodología para la ejecución y control de excavaciones en sótanos para edificios. Tesis (Título de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011, 175 pp.

Disponible en

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3277\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3277_C.pdf)

NEMATI, Kamran. Excavations and Excavation Supports. EE.UU: University of Washington. 2007, 15 pp.

Disponible en

<http://courses.washington.edu/cm420/Lesson5.pdf>

PECK, Ralph, HANSON, Walter y THORBUM, Thomas. Ingeniería de cimentaciones. 2ª. ed. Lima: Limusa. 2015. 295 pp.

PUELLES, José. Determinación de la capacidad de adherencia con fines de diseño optimizado de anclajes en suelo. Tesis (Mestró en ingeniería de geotecnia). Lima: UNI. 2011, 116 pp.

Disponible en

[file:///C:/Users/Nancy/Downloads/puelles\\_bj%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Nancy/Downloads/puelles_bj%20(2).pdf)

Revista Perú Construye N° 21. 2013.

Disponible en

[https://issuu.com/cvillenat/docs/peru\\_construye\\_21/154](https://issuu.com/cvillenat/docs/peru_construye_21/154). [En línea] 17 de Abril de 2013.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación. México: Limusa. 1998, 25 pp.

ISBN: 9681858727

Disponible en: <http://evirtual.uaslp.mx/ENF/220/Biblioteca/Tamayo%20Tamayo-El%20proceso%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica2002.pdf>

TERZAGHI, Karl, PECK, Ralph y MORETTO, Oreste. Mecánica de Suelos en la ingeniería práctica" 2ª ed. Buenos Aires. 1980, 722 pp.

ISBN: 8470210203.

WIGODSKI, Jacqueline. Metodología de la investigación. Lima, 2010.



## **ANEXOS**

**Anexo 1: Matriz de consistencia**

“Excavación masiva de muros anclados en sótanos para la disminución de asentamientos en obras de edificaciones de lima, 2017”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO / ESCALA	METODOLOGÍA
<p><b><u>PROBLEMA GENERAL:</u></b></p> <p>¿De qué manera la mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos permitirá disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?</p> <p><b><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</u></b></p> <p>1. ¿En qué medida la evaluación de las características geotécnicas disminuirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?</p> <p>2. ¿En qué magnitud el cálculo de las características geométricas del muro, reducirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?</p> <p>3. ¿De qué manera el análisis de la condición de estabilidad disminuirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017?</p>	<p><b><u>OBJETIVO GENERAL:</u></b></p> <p>Determinar la mejora del proceso de excavación masiva para muros anclados en sótanos disminuirá los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.</p> <p><b><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</u></b></p> <p>1. Evaluar las características geotécnicas para disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.</p> <p>2. Calcular las características geométricas del muro para reducir los asentamientos en obras de edificaciones de Lima, 2017.</p> <p>3. Analizar la condición de estabilidad para disminuir los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS GENERAL:</u></b></p> <p>La mejora de la excavación masiva para muros anclados en sótanos disminuirá significativamente los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.</p> <p><b><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</u></b></p> <p>H1: La evaluación de las características geotécnicas permite disminuir significativamente los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.</p> <p>H2: El cálculo de las características geométricas del muro reduce significativamente los asentamientos en las obras de edificaciones de Lima, 2017.</p> <p>H3: El análisis de la condición de estabilidad contribuye a reducir significativamente los asentamientos en las obras de edificaciones, 2017.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Excavación masiva para muros anclados</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Asentamientos en obras de edificaciones</p>	<p>• Características Geotécnicas</p> <p>• Características geométrica del muro</p> <p>• Condición de estabilidad</p> <p>• Condición de Asentamiento</p> <p>• Agrietamiento</p> <p>• Deformación lateral</p>	<p>- Angulo de Fricción interna - Cohesión - Modulo de elasticidad</p> <p>- Altura - Inclinación - Espesor - Tipo de sostenimiento - condición de sostenimiento - cargas externas</p> <p>- Factor de seguridad estático - factor de seguridad pseudo estático - Aceleración de Diseño - Coeficiente sísmico</p> <p>- Asentamiento máximo - desplazamiento máximo</p> <p>- Aumento de Carga - Fisuramientos - Ubicación de la Grieta de Tensión</p>	<p>- Ensayo de corte directo</p> <p>- Diseño de muro</p> <p>- Método de análisis</p> <p>- Método de análisis</p> <p>- Metrado de Cargas</p> <p>- Check list</p> <p>- Control topográfico</p> <p>- Observaciones continuas</p>	<p><b>Método Científico:</b></p> <p><b>Tipo Aplicada:</b> Diego Mendoza, (2012) define: La Investigación aplicada busca el conocer, para hacer, para actuar, para construir y para modificar. Podemos decir que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, sin embargo, en una investigación empírica lo que realmente sirve, son las consecuencias prácticas</p> <p><b>Nivel Explicativo:</b></p> <p><b>Diseño No experimental:</b> Sampieri, Fernandez, Baptista, (1997) define que: La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. (p.189)</p> <p><b>Transeccionales Descriptivo:</b> [...] Tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. (p.193)</p>

Fuente: elaboración propia

NOTA: Las presentes hipótesis se muestran en forma de pseudo-hipótesis, porque no serán contrastadas según el tipo de investigación

## Anexo 2: Juicio de experto

### “Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Lima, 21 de Febrero del 2017

Sr: .....

Presente.-

Por la presente, reciba usted el saludo cordial y fraterno a nombre de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo; luego para manifestarle, que estoy elaborando el desarrollo del proyecto de investigación titulado: **“EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS Y LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017”** por lo que conocedores de su trayectoria profesional y estrecha vinculación en el campo de la investigación, le solicito su colaboración en emitir su **JUICIO DE EXPERTO**, para la validación del instrumento de la presente investigación.

Agradeciéndole por anticipado su gentil colaboración como experto, me suscribo de usted.

Atentamente,

.....  
RICARDO BRICEÑO HUAMANI  
Autor del DPI

# Anexo 3: Validez de ficha de recopilación de datos 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

TÍTULO: "EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS Y LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017"

AUTOR: RICARDO BRICEÑO HUAMNÍ

FECHA: Marzo 2017

Validador

I.- INFORMACIÓN GENERAL						Validador
TIPO DE OBRA	DISTRITO	PROVINCIA				
II.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICA						1
TIPO DE SUELO	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	INTERCEPTO COHESIVO	MODULO DE ELASTICIDAD			
III.- CARACTERÍSTICAS DEL MURO						1
ALTURA (m)	INCLINACIÓN (°)	ESPESOR (m)	TIPO DE SOSTENIMIENTO	CONDICIÓN DE SOSTENIMIENTO	CARGAS EXTERNAS	
IV.- CONDICIÓN DE ESTABILIDAD						1
MÉTODO	FDS ESTÁTICO	FDS SEUDOESTÁTICO	ACELERACIÓN DE DISEÑO	COEFICIENTE SISMICO		
V.- CONDICIÓN DE ASENTAMIENTO						1
MÉTODO	ASENTAMIENTO MAXIMO	DESPLAZAMIENTO MAXIMO				
VI.- REGISTRO FOTOGRAFICO						1
						TOTAL (%)

APELLIDOS Y NOMBRES: REVILLA LARA WALTER CARGO: JEFE OFICINA TÉCNICA  
 DIRECCIÓN: AV. C. R. C. V. A. Vallejo, Com. 425 CIP N°: 127274  
 TELEFONO: 993469149 EMAIL: wrevilla@usc.com.pe FECHA: 8 MARZO 2017



## Anexo 4: Validez de ficha de recopilación de datos 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

TÍTULO: "EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS Y LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017"

AUTOR: RICARDO BRICEÑO HUAMÁN

FECHA: Marzo 2017

Validador

I.- INFORMACIÓN GENERAL						1
TIPO DE OBRA	DISTRITO	PROVINCIA				
II.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICA						0
TIPO DE SUELO	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	INTERCEPTO COHESIVO	MODULO DE ELASTICIDAD	Falta Resolución y estudio de Suelo		
III.- CARACTERÍSTICAS DEL MURO						1
ALTURA (m)	INCLINACIÓN (°)	ESPESOR (m)	TIPO DE SOSTENIMIENTO	CONDICION DE SOSTENIMIENTO	CARGAS EXTERNAS	
IV.- CONDICIÓN DE ESTABILIDAD						1
MÉTODO	FDS ESTÁTICO	FDS SEUDOESTÁTICO	ACELERACIÓN DE DISEÑO	COEFICIENTE SISMICO		
V.- CONDICIÓN DE ASENTAMIENTO						1
MÉTODO	ASENTAMIENTO MAXIMO	DESPLAZAMIENTO MAXIMO				
VI.- REGISTRO FOTOGRAFICO						1
						TOTAL (%)

APELLIDOS Y NOMBRES: MORENO MELIA PAUL CARGO: STE INGENIERIA  
 DIRECCIÓN: QUEBRANTA 126 - SOTO CIP N° 15362  
 TELEFONO: 996449000 EMAIL: rmoreno@ucv.pe FECHA: 08/03/2017

*RP*  
 FIRMA

## Anexo 5: Validez de ficha de recopilación de datos 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

TÍTULO: "EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS Y LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017"

AUTOR: RICARDO BRICEÑO HUAMÍN

FECHA: Marzo 2017

Validador

I.- INFORMACIÓN GENERAL						Validador
TIPO DE OBRA	DISTRITO	PROVINCIA				
II.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICA						1
TIPO DE SUELO	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	INTERCEPTO COHESIVO	MODULO DE ELASTICIDAD			
III.- CARACTERÍSTICAS DEL MURO						1
ALTURA (m)	INCLINACIÓN (°)	ESPESOR (m)	TIPO DE SOSTENIMIENTO	CONDICION DE SOSTENIMIENTO	CARGAS EXTERNAS	
IV.- CONDICIÓN DE ESTABILIDAD						1
MÉTODO	FDS ESTÁTICO	FDS SEUDOESTÁTICO	ACELERACIÓN DE DISEÑO	COEFICIENTE SISMICO		
V.- CONDICIÓN DE ASENTAMIENTO						1
MÉTODO	ASENTAMIENTO MAXIMO	DESPLAZAMIENTO MAXIMO				
VI.- REGISTRO FOTOGRAFICO						1
						TOTAL (%)

APELLIDOS Y NOMBRES: CARDENAS GUILLEN JORGE CARGO: ING. CIVIL / DR EN GEOTECNIA  
 DIRECCIÓN: AV. ARGENTINA 4155 / MIRAFLORES CIP N°: 66894  
 TELEFONO: 971945429 EMAIL: \_\_\_\_\_ FECHA: 8 / MARZO / 2017

  
 FIRMA

JORGE LUIS CARDENAS GUILLEN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 66894



## Anexo 6: Ensayo para características geotécnicas MBP-001











 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D422</b>				Doc. ID: LAB-UCV-FOR-001					
					Revisión: 09					
					Fecha Emisión: 27/03/2017					
<b>Nombre del Proyecto :</b> EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017										
<b>Universidad :</b> UCV										
<b>Cliente :</b> Ricardo Briceño Huamani		<b>Proyecto :</b> DPI								
<b>Tipo de Material :</b> Material de baja permeabilidad <b>N° Muestra :</b> MBP-001										
<b>Fecha Muestreo :</b> 24/03/2017		<b>Fecha Ensayo :</b> 25/03/2017								
<b>Muestreado por :</b> Ricardo Briceño Huamani		<b>Ubicac. Muestreo :</b> Hotel Aeropuerto								
<b>Ensayado por :</b> Ricardo Briceño Huamani		<b>Procedencia :</b> Obra Hotel Aeropuerto								
<b>Coordenadas :</b> N      E      Cota										
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	PASA? (X=N0)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
8"	203.200	0.0	0.0	0.0	100.0			PESO TOTAL	=	39,520.0 gr
6"	152.400	0.0	0.0	0.0	100.0		X	PESO FRACCION	=	0.0 gr
4"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0					
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		X			
2 1/2"	63.500	1,600.0	4.1	4.1	96.0					
2"	50.800	2,362.0	6.0	10.0	90.0					
1 1/2"	38.100	7,509.0	18.0	29.0	71.0			LIMITE LIQUIDO	=	0 %
1"	25.400	6,718.0	17.0	46.0	54.0			LIMITE PLASTICO	=	0 %
3/4"	19.100	3,161.8	8.0	54.0	46.0		X	INDICE PLASTICO	=	NP %
1/2"	12.700	3,161.6	8.0	62.0	38.0					
3/8"	9.520	1,581.6	4.0	66.0	34.0			CLASF. AASHTO	=	A-1-a (0)
# 4	4.760	2,370.4	6.0	72.0	28.0		X	CLASF. SUCCS	=	GP
# 10	2.000	395.2	1.0	73.0	27.0			Descripcion del Suelo	Grava pobremente gradada con arena	
# 20	0.850	395.2	1.0	74.0	26.0					
# 30	0.600	0.0	0.0	74.0	26.0					
# 40	0.420	1,185.6	3.0	77.0	23.0					
# 100	0.149	7,113.6	18.0	95.0	5.0			MAX. DENS. SECA	1845	2204 gr/cc
# 200	0.074	1,185.6	3.0	98.0	2.0		X	HUMEDAD OPT.	16.1	0.0 %
< # 200	FONDO	790.40	2.0	100.0						

<b>Observaciones :</b> Evaluación de material de baja permeabilidad.		<b>CRITERIO ACEPTACION</b>	
		CUMPLE	-
		NO CUMPLE	X
		NO APLICA	-

TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
Nombre: <i>Ricardo Briceño Huamani</i> Firma:	Nombre: <i>Julio Diaz Gutierrez</i> Firma:	Nombre: <i>ING. MARGARITA BOZA OLAECHEA</i> Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		Doc. ID: LAB-UCV-FOR-001																																																																												
	<b>ASTM D2216</b>		Revisión: 00																																																																												
			Fecha Emisión: 20/03/2017																																																																												
<b>EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017</b>																																																																															
Nombre del Proyecto :																																																																															
Universidad :	UCV																																																																														
Cliente :	Ricardo Briceño Huamani	Proyecto	DPI																																																																												
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-001																																																																												
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	24/03/2017																																																																												
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicac. Muestreo :	Hotel Aeropuerto																																																																												
Ensayado por :	Ricardo Briceño Huamani	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto																																																																												
Coordenadas :	N	0.00	E 0.00 Cota 0.00																																																																												
<p>Temperatura de Secado      60 °C      <input type="checkbox"/>      110 °C      <input checked="" type="checkbox"/></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Prueba</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° Tara</td> <td>G-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td>7181.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td>6940.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)                        C</td> <td>1275.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua (gr)                      D, A-B</td> <td>241.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco (gr)                E, B-C</td> <td>5665.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</td> <td>4.3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones :      Muestra humedad global</p> <hr/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Prueba</th> <th>1</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° Tara</td> <td>C-08</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)                        C</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua (gr)                      D, A-B</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco (gr)                E, B-C</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones :      Muestra humedad &gt;3/4"</p> <hr/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TÉCNICO LABORATORIO</th> <th>JEFE LABORATORIO</th> <th>INGENIERO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nombre: <i>Ricardo Briceño Huamani</i></td> <td>Nombre: <i>Julio Diaz Gutierrez</i></td> <td>Nombre: ING. <i>MARGARITA ROZA DLACHECA</i></td> </tr> <tr> <td>Firma: </td> <td>Firma: </td> <td>Firma: </td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>Fecha:</td> <td>Fecha:</td> </tr> </tbody> </table>				N° de Prueba	1	2	3	N° Tara	G-6			Tara + Suelo Húmedo (gr)    A	7181.0			Tara + Suelo Seco (gr)        B	6940.0			Tara (gr)                        C	1275.0			Agua (gr)                      D, A-B	241.0			Suelo Seco (gr)                E, B-C	5665.0			Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100	4.3			N° de Prueba	1			N° Tara	C-08			Tara + Suelo Húmedo (gr)    A	0.0			Tara + Suelo Seco (gr)        B	0.0			Tara (gr)                        C	0.0			Agua (gr)                      D, A-B	0.0			Suelo Seco (gr)                E, B-C	0.0			Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100	0.0			TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO	Nombre: <i>Ricardo Briceño Huamani</i>	Nombre: <i>Julio Diaz Gutierrez</i>	Nombre: ING. <i>MARGARITA ROZA DLACHECA</i>	Firma: 	Firma: 	Firma: 	Fecha:	Fecha:	Fecha:
N° de Prueba	1	2	3																																																																												
N° Tara	G-6																																																																														
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A	7181.0																																																																														
Tara + Suelo Seco (gr)        B	6940.0																																																																														
Tara (gr)                        C	1275.0																																																																														
Agua (gr)                      D, A-B	241.0																																																																														
Suelo Seco (gr)                E, B-C	5665.0																																																																														
Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100	4.3																																																																														
N° de Prueba	1																																																																														
N° Tara	C-08																																																																														
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A	0.0																																																																														
Tara + Suelo Seco (gr)        B	0.0																																																																														
Tara (gr)                        C	0.0																																																																														
Agua (gr)                      D, A-B	0.0																																																																														
Suelo Seco (gr)                E, B-C	0.0																																																																														
Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100	0.0																																																																														
TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO																																																																													
Nombre: <i>Ricardo Briceño Huamani</i>	Nombre: <i>Julio Diaz Gutierrez</i>	Nombre: ING. <i>MARGARITA ROZA DLACHECA</i>																																																																													
Firma: 	Firma: 	Firma: 																																																																													
Fecha:	Fecha:	Fecha:																																																																													





**ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318**

Doc. ID: LAB-UCV-FOR-001  
Revisión: 00  
Fecha Emisión: 20/03/2017

**EXCAVACION MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SOTANOS PARA LA DISMINUCION DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017**

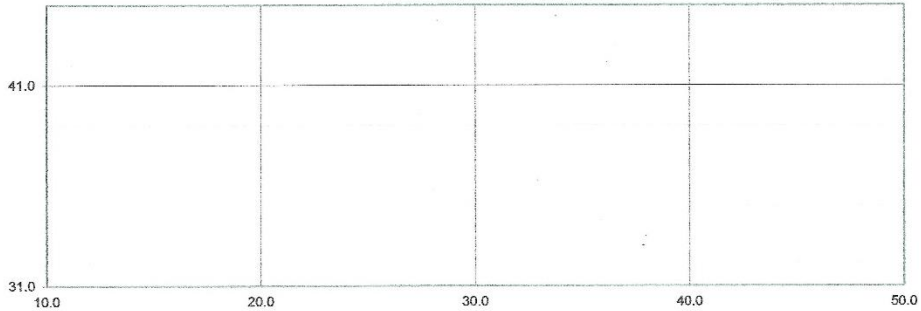
Nombre del Proyecto :	UCV		
Universidad :	Ricardo Briceño Huamani		
Cliente :	Proyecto	DPI	
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-001
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	25/03/2017
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicación Muestreo :	Hotel Aeropuerto
Ensayado por :	Ricardo Briceño Huamani	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto
Coordenadas :	N	E	Cota

Temperatura de Secado 60 °C  110 °C

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	9	11	2
TARRO + SUELO HUMEDO	0.00	0.00	0.00
TARRO + SUELO SECO	0.00	0.00	0.00
AGUA	0.00	0.00	0.00
PESO DEL TARRO	0.00	0.00	0.00
PESO DEL SUELO SECO	0.00	0.00	0.00
% DE HUMEDAD	0.00	0.00	0.00
N° DE GOLPES	32	24	16

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	0	0	
TARRO + SUELO HUMEDO	0.00	0.00	
TARRO + SUELO SECO	0.00	0.00	
AGUA	0.00	0.00	
PESO DEL TARRO	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO	0.00	0.00	
% DE HUMEDAD	0.00	0.00	

-% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		CRITERIO ACEPTACION		OBSERVACIONES
LIMITE LIQUIDO	0	CUMPLE	-	
LIMITE PLASTICO	0	NO CUMPLE	x	
INDICE DE PLASTICIDAD	NP	NO APLICA	-	

<b>TÉCNICO LABORATORIO</b>	<b>JEFE LABORATORIO</b>	<b>INGENIERO</b>
Nombre: Ricardo Briceño Huamani	Nombre: Julio Diaz Gutierrez	Nombre: MARGARITA BOZA DLACSEA
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION  
AGREGADO GRUESO - ASTM C127**

Doc. ID: LAB-UCV-FOR-001  
Revisión: 00  
Fecha Emisión:  
20/03/2017

**EXCAVACION MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCION DE ASENTAMIENTOS EN  
OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017**

Nombre del Proyecto : \_\_\_\_\_  
Universidad : UCV  
Cliente : Ricardo Briceño Huamani Proyecto : DPI

Tipo de Material : Material de baja permeabilidad N° Muestra : MBP-001  
Fecha Muestreo : 24/03/2017 Fecha Ensayo : 25/03/2017  
Muestreado por : Ricardo Briceño Huamani Ubicac. Muestreo : Hotel Aeropuerto  
Ensayado por : Ricardo Briceño Huamani Procedencia : Obra Hotel Aeropuerto

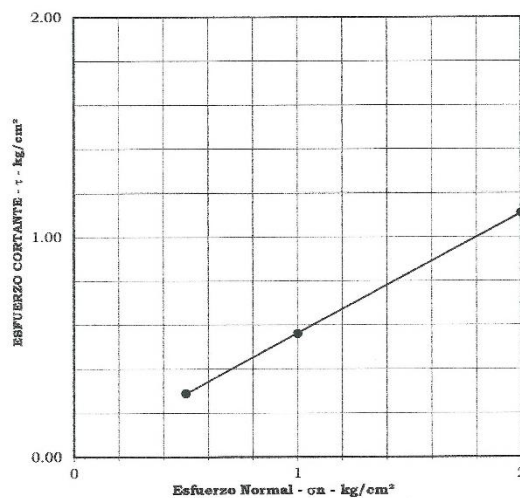
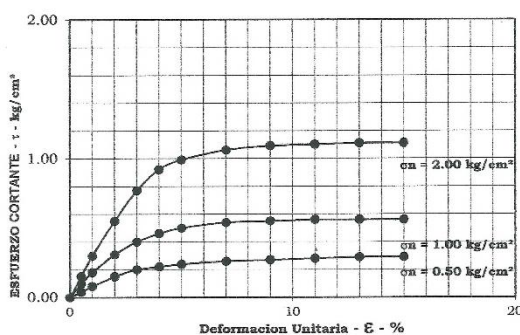
Coordenadas : N E Cota

No de Prueba		1	2	PROMEDIO
Peso Agregado Seco (gr.)	A	6969		
Peso Agreg. Sat. Super. Seca (gr.)	B	7035		
Peso Agregado Sumergido (gr.)	C	4404.0		
Gravedad Especifica (OD)	A/(B-C)	2.649		2.649
Gravedad Especifica Sat. Sup. Seca	B/(B-C)	2.674		2.674
Gravedad Especifica Aparente	A/(A-C)	2.717		2.717
Densidad (OD)	(Kg/m3)	2.642		2.642
Densidad Sat. Sup. Seca	(Kg/m3)	2.667		2.667
Densidad Aparente	(Kg/m3)	2.710		2.710
% Absorción	(B-A)/A*100	0.9		0.9
T° C-H2O		23.0		23.0

TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
Nombre: Ricardo Briceño Huamani	Nombre: Julio Díaz Gutierrez	Nombre: ING. NORA PATRISA BOZA OLAECHEA
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

INVESTIGADOR : RICARDO BRICEÑO HUAMANI  
 PROYECTO TESIS : EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017  
 FECHA : 20/03/2017

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO



<b>CALICATA</b>	: MBP-001
Profundidad (m.)	: TALUD
Clasificación SUCS	: GP con grava
Angulo de fricción interna del suelo	: 33.14 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.01 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad Seca Promedio ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: 2.11 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: 3.08 %

Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.54	2.54	2.54

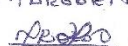
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	2.00
Deformación Unitaria $\epsilon$ - %	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.04	0.10	0.15
1.0	0.08	0.18	0.30
2.0	0.15	0.31	0.55
3.0	0.20	0.40	0.77
4.0	0.22	0.46	0.92
5.0	0.24	0.50	0.99
7.0	0.26	0.54	1.06
9.0	0.27	0.55	1.09
11.0	0.28	0.56	1.10
13.0	0.29	0.56	1.11
15.0	0.29	0.56	1.11

**NORMA UTILIZADA:** INDECOPI- NTP 339.171:2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

**OBSERVACION:** La muestra fue tomada por el investigador.

Ricardo Briceño Huamani  


  
 Julio Diaz Gutierrez

ING. MARGARITA ROSA VASQUEZ  




## Anexo 7: Ensayo para características geotécnicas MBP-002





 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D422</b>	Doc. ID: LAB-UCV-FOR-002						
		Revisión: 00						
		Fecha Emisión: 27/03/2017						
<b>Nombre del Proyecto :</b> EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017								
<b>Universidad :</b> UCV								
<b>Cliente :</b> Ricardo Briceño Huamani		<b>Proyecto :</b> DPI						
<b>Tipo de Material :</b> Material de baja permeabilidad								
<b>Fecha Muestreo :</b> 24/03/2017		<b>N° Muestra :</b> MBP-002						
<b>Muestreado por :</b> Ricardo Briceño Huamani		<b>Fecha Ensayo :</b> 25/03/2017						
<b>Ensayado por :</b> Ricardo Briceño Huamani		<b>Ubicac. Muestreo :</b> Hotel Aeropuerto						
		<b>Procedencia :</b> Obra Hotel Aeropuerto						
<b>Coordenadas :</b> N _____ E _____ Cota _____								
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	PASA? (X=NO)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
8"	203.200	0.0	0.0	0.0	100.0			PESO TOTAL = 39,520.0 gr
6"	152.400	0.0	0.0	0.0	100.0		X	PESO FRACCION = 0.0 gr
4"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0			
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		X	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			
2"	50.800	1,580.8	4.0	4.0	96.0			
1 1/2"	38.100	21.4	0.1	4.1	99.9			LIMITE LIQUIDO = 0 %
1"	25.400	6,697.0	17.0	21.0	79.0			LIMITE PLASTICO = 0 %
3/4"	19.100	7,113.6	18.0	39.0	61.0		X	INDICE PLASTICO = NP %
1/2"	12.700	9,089.6	23.0	62.0	38.0			
3/8"	9.520	4,742.4	12.0	74.0	26.0			CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
# 4	4.760	3,952.0	10.0	84.0	16.0		X	CLASF. SUCCS = GP - GM
# 10	2.000	790.4	2.0	86.0	14.0			Descripcion del Suelo
# 20	0.850	395.2	1.0	87.0	13.0			Grava pobremente gradada con limo
# 30	0.600	0.0	0.0	87.0	13.0			
# 40	0.420	790.4	2.0	89.0	11.0			
# 100	0.149	1,580.8	4.0	93.0	7.0			S/Correc. Correg. gr/cc
# 200	0.074	395.2	1.0	94.0	6.0			MAX. DENS. SECA = 1845 2091
<# 200	FONDO	2,371.25	6.0	100.0			X	HUMEDAD OPT. = 16.1 9.6 %

<b>Observaciones :</b> Evaluación de material de baja permeabilidad.	<b>CRITERIO ACEPTACION</b>						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUMPLE</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>NO CUMPLE</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>NO APLICA</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	CUMPLE	-	NO CUMPLE	X	NO APLICA	-
CUMPLE	-						
NO CUMPLE	X						
NO APLICA	-						

TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
<b>Nombre:</b> Ricardo Briceño Huamani <b>Firma:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Nombre:</b> Julio Díaz Gutiérrez <b>Firma:</b> <b>Fecha:</b>	<b>Nombre:</b> ING. MARGARITA DOZA ULAOCHA <b>Firma:</b> <b>Fecha:</b>

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				Doc. ID: LAB-UCV-FOR-002																																								
	<b>ASTM D2216</b>				Revisión: 00																																								
	EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017				Fecha Emisión: 20/03/2017																																								
Nombre del Proyecto :	EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017																																												
Universidad :	UCV																																												
Cliente :	Ricardo Briceño Huamani	Proyecto	DPI																																										
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-002																																										
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	24/03/2017																																										
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicac. Muestreo :	Hotel Aeropuerto																																										
Ensayado por :	Ricardo Briceño Huamani	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto																																										
Coordenadas :	N	0.00	E	0.00	Cota 0.00																																								
<p>Temperatura de Secado      60 °C      <input type="checkbox"/>      110 °C      <input checked="" type="checkbox"/></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Prueba</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td>G-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)</td> <td>A</td> <td>7181.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)</td> <td>B</td> <td>6795.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>C</td> <td>1275.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua (gr)</td> <td>D, A-B</td> <td>385.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco (gr)</td> <td>E, B-C</td> <td>5520.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. de Humeda (%)</td> <td>(D/E)*100</td> <td>7.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones :      Muestra humedad global</p>						N° de Prueba		1	2	3	N° Tara		G-6			Tara + Suelo Húmedo (gr)	A	7181.0			Tara + Suelo Seco (gr)	B	6795.9			Tara (gr)	C	1275.0			Agua (gr)	D, A-B	385.1			Suelo Seco (gr)	E, B-C	5520.9			Cont. de Humeda (%)	(D/E)*100	7.0		
N° de Prueba		1	2	3																																									
N° Tara		G-6																																											
Tara + Suelo Húmedo (gr)	A	7181.0																																											
Tara + Suelo Seco (gr)	B	6795.9																																											
Tara (gr)	C	1275.0																																											
Agua (gr)	D, A-B	385.1																																											
Suelo Seco (gr)	E, B-C	5520.9																																											
Cont. de Humeda (%)	(D/E)*100	7.0																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Prueba</th> <th></th> <th>1</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td>C-08</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)</td> <td>A</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)</td> <td>B</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>C</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua (gr)</td> <td>D, A-B</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco (gr)</td> <td>E, B-C</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. de Humeda (%)</td> <td>(D/E)*100</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Observaciones :      Muestra humedad &gt;3/4"</p>						N° de Prueba		1			N° Tara		C-08			Tara + Suelo Húmedo (gr)	A	0.0			Tara + Suelo Seco (gr)	B	0.0			Tara (gr)	C	0.0			Agua (gr)	D, A-B	0.0			Suelo Seco (gr)	E, B-C	0.0			Cont. de Humeda (%)	(D/E)*100	0.0		
N° de Prueba		1																																											
N° Tara		C-08																																											
Tara + Suelo Húmedo (gr)	A	0.0																																											
Tara + Suelo Seco (gr)	B	0.0																																											
Tara (gr)	C	0.0																																											
Agua (gr)	D, A-B	0.0																																											
Suelo Seco (gr)	E, B-C	0.0																																											
Cont. de Humeda (%)	(D/E)*100	0.0																																											
<b>TÉCNICO LABORATORIO</b>		<b>JEFE LABORATORIO</b>		<b>INGENIERO</b>																																									
Nombre: Ricardo Briceño Huamani		Nombre: Julio Diaz Gutierrez		Nombre: ING. MARGARITA BOZA OLACHEA																																									
Firma: 		Firma: 		Firma: 																																									
Fecha:		Fecha:		Fecha:																																									





**ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318**

Doc. ID: LAB-UCV-FOR-002

Revisión: 00

Fecha Emisión:  
20/03/2017

**EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017**

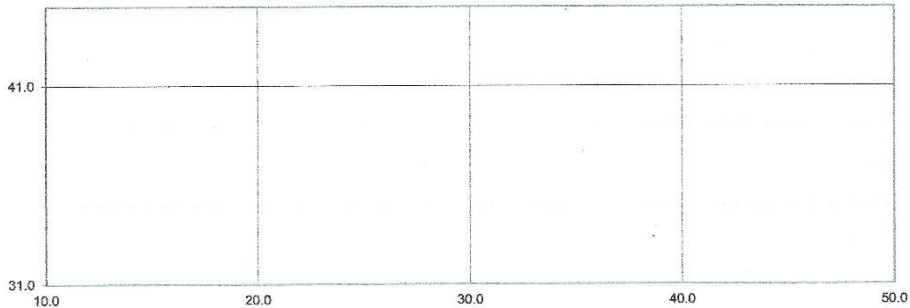
Nombre del Proyecto :	EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017		
Universidad :	UCV		
Cliente :	Ricardo Briceño	Proyecto	DPI
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-002
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	25/03/2017
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicación Muestreo :	Hotel Aeropuerto
Ensayado por :	Luis Jara	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto
Coordenadas :	N	E	Cota

Temperatura de Secado    60 °C        110 °C   

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	9	11	2
TARRO + SUELO HUMEDO	0.00	0.00	0.00
TARRO + SUELO SECO	0.00	0.00	0.00
AGUA	0.00	0.00	0.00
PESO DEL TARRO	0.00	0.00	0.00
PESO DEL SUELO SECO	0.00	0.00	0.00
% DE HUMEDAD	0.00	0.00	0.00
N° DE GOLPES	32	24	16

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	9	11	2
TARRO + SUELO HUMEDO	0.00	0.00	
TARRO + SUELO SECO	0.00	0.00	
AGUA	0.00	0.00	
PESO DEL TARRO	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO	0.00	0.00	
% DE HUMEDAD	0.00	0.00	

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	0
LIMITE PLASTICO	0
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

CRITERIO ACEPTACION	
CUMPLE	-
NO CUMPLE	x
NO APLICA	-

OBSERVACIONES

TECNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
Nombre: Ricardo Briceño Huamani	Nombre: Julio Diaz Gutierrez	Nombre: ING. MARGARITA ROSA ULADEGA
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION  
AGREGADO GRUESO - ASTM C127**

Doc. ID: LAB-UCV-FOR-002  
Revisión: 00  
Fecha Emisión: 20/03/2017

**EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017**

Nombre del Proyecto : \_\_\_\_\_  
 Universidad : UCV  
 Cliente : Ricardo Briceño Huamani Proyecto : DPI

Tipo de Material : Material de baja permeabilidad N° Muestra : MBP-002  
 Fecha Muestreo : 24/03/2017 Fecha Ensayo : 25/03/2017  
 Muestreado por : Ricardo Briceño Huamani Ubicac. Muestreo : Hotel Aeropuerto  
 Ensayado por : Ricardo Briceño Huamani Procedencia : Obra Hotel Aeropuerto  
 Coordenadas : N E Cota

No de Prueba		1	2	PROMEDIO
Peso Agregado Seco (gr.)	A	6969		
Peso Agreg. Sat. Super. Seca (gr.)	B	7035		
Peso Agregado Sumergido (gr.)	C	4404.0		
Gravedad Especifica (OD)	A/(B-C)	2.649		2.649
Gravedad Especifica Sat. Sup. Seca	B/(B-C)	2.674		2.674
Gravedad Especifica Aparente	A/(A-C)	2.717		2.717
Densidad (OD)	(Kg/m3)	2.642		2.642
Densidad Sat. Sup. Seca	(Kg/m3)	2.667		2.667
Densidad Aparente	(Kg/m3)	2.710		2.710
% Absorción	(B-A)A*100	0.9		0.9
T° C-H2O		23.0		23.0

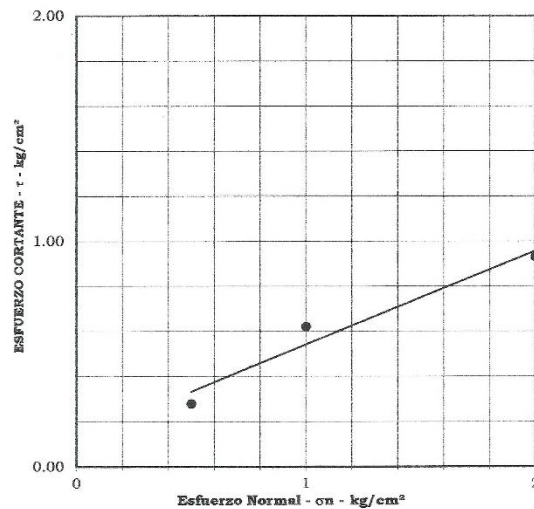
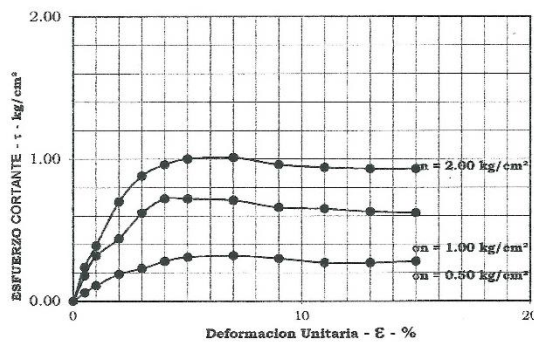
TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
Nombre: Ricardo Briceño Huamani	Nombre: Julio Diaz Gutierrez	Nombre: ING. MARGARITA BOZA OLACHEA
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

INVESTIGADOR : RICARDO BRICEÑO HUAMANI

PROYECTO TESIS : EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017

FECHA :

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO



<b>CALICATA</b>	: MBP-002
Profundidad (m.)	: 14.00
Clasificación SUCS	: GP con arena
Angulo de fricción interna del suelo	: 33.92 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.00 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad Seca Promedio ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: 2.09 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: 4.18 %

Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.54	2.54	2.54

Deformación Unitaria $\epsilon$ - %	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>		
	0.50	1.00	2.00
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.06	0.18	0.24
1.0	0.11	0.32	0.39
2.0	0.19	0.44	0.70
3.0	0.23	0.62	0.88
4.0	0.28	0.72	0.96
<b>5.0</b>	0.31	0.72	1.00
<b>7.0</b>	0.32	0.71	1.01
<b>9.0</b>	0.30	0.66	0.96
<b>11.0</b>	0.27	0.65	0.94
<b>13.0</b>	0.27	0.63	0.93
<b>15.0</b>	0.28	0.62	0.93

**NORMA UTILIZADA:** INDECOPI- NTP 339.171.2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

**OBSERVACION:** La muestra fue tomada por el investigador.

Ricardo Briceño Huamani  
*[Signature]*

*[Signature]*  
Julio Diaz Gutierrez

*[Signature]*  
ING. MARGARITA BORA OLACHEA



## Anexo 8: Ensayo para características geotécnicas MBP-003

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D422</b>	Doc. ID: LAB-UCV-FOR-003									
		Revisión: 00									
		Fecha Emisión: 27/03/2017									
EXCAVACION MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017											
Nombre del Proyecto :											
Universidad :	UCV										
Cliente :	Ricardo Briceño Huamani	Proyecto : DPI									
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra : MBP-003									
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo : 25/03/2017									
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicac. Muestreo : Hotel Aeropuerto									
Ensayado por :	Ricardo Briceño Huamani	Procedencia : Obra Hotel Aeropuerto									
Coordenadas :	N	E									
Cota :											
<b>TAMIZ</b>	<b>ABERT. mm.</b>	<b>PESO RET. PARC.</b>	<b>%RET. AC.</b>	<b>% Q' PASA</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>PASA? (X=N0)</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>				
8"	203.200	0.0	0.0	0.0	100.0		PESO TOTAL = 39,520.0 gr				
6"	152.400	0.0	0.0	0.0	100.0	X	PESO FRACCION = 0.0 gr				
4"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0						
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	X					
2 1/2"	63.500	790.4	2.0	2.0	98.0						
2"	50.800	395.2	1.0	3.0	97.0						
1 1/2"	38.100	5,137.6	13.0	16.0	84.0		LIMITE LIQUIDO = 0 %				
1"	25.400	11,460.8	29.0	45.0	55.0		LIMITE PLASTICO = 0 %				
3/4"	19.100	6,323.2	16.0	61.0	39.0	X	INDICE PLASTICO = NP %				
1/2"	12.700	3,952.0	10.0	71.0	29.0						
3/8"	9.520	1,185.6	3.0	74.0	26.0		CLASF. AASHTO = A-1-a (0)				
# 4	4.760	1,580.8	4.0	78.0	22.0	X	CLASF. SUCCS = GP				
# 10	2.000	790.4	2.0	80.0	20.0		Descripción del Suelo		Grava pobremente gradada con arena		
# 20	0.850	395.2	1.0	81.0	19.0						
# 30	0.600	0.0	0.0	81.0	19.0						
# 40	0.420	2,371.2	6.0	87.0	13.0						
# 100	0.149	3,556.8	9.0	96.0	4.0		MAX. DENS. SECA		S/Correc.	Correg.	gr/cc
# 200	0.074	790.4	2.0	98.0	2.0	X	HUMEDAD OPT.		18.1	6.3	%
< # 200	FONDO	790.40	2.0	100.0							



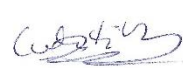

Abertura (mm)


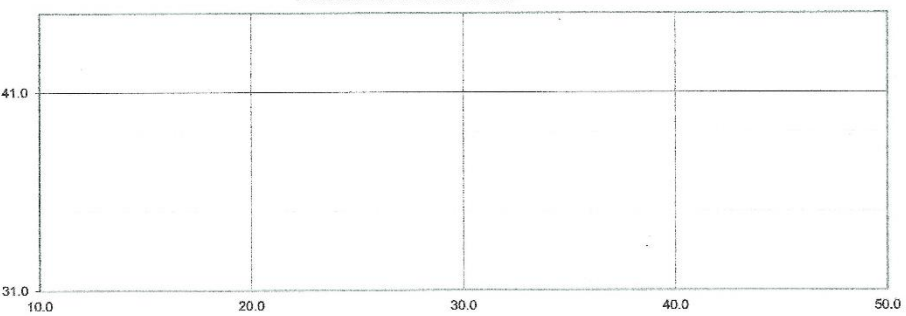



Observaciones :	Evaluación de material de baja permeabilidad.	<b>CRITERIO ACEPTACION</b>	
		CUMPLE	-
		NO CUMPLE	X
		NO APLICA	-


  

TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
Nombre: Ricardo Briceño Huamani	Nombre: Julio Diaz Gutierrez	Nombre: ING MARGORITA BOZA DEACOSTA
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		Doc. ID: LAB-UCV-FOR-003	
	<b>ASTM D2216</b>		Revisión: 00	
			Fecha Emisión: 20/03/2017	
<b>EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017</b>				
Nombre del Proyecto :				
Universidad :	UCV			
Cliente :	Ricardo Briceño Huamani	Proyecto	DP1	
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-003	
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	24/03/2017	
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicac. Muestreo :	Hotel Aeropuerto	
Ensayado por :	Ricardo Briceño Huamani	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto	
Coordenadas :	N	0.00	E 0.00 Cota 0.00	
Temperatura de Secado      60 °C <input type="checkbox"/> 110 °C <input checked="" type="checkbox"/>				
N° de Prueba		1	2	3
N° Tara		G-6		
Tara + Suelo Húmedo (gr)	A	7181.0		
Tara + Suelo Seco (gr)	B	6775.2		
Tara (gr)	C	1275.0		
Agua (gr)	D, A-B	405.8		
Suelo Seco (gr)	E, B-C	5500.2		
Cont. de Humeda (%)	(D/E)*100	7.4		
Observaciones :	Muestra humedad global			
N° de Prueba		1		
N° Tara		C-08		
Tara + Suelo Húmedo (gr)	A	0.0		
Tara + Suelo Seco (gr)	B	0.0		
Tara (gr)	C	0.0		
Agua (gr)	D, A-B	0.0		
Suelo Seco (gr)	E, B-C	0.0		
Cont. de Humeda (%)	(D/E)*100	0.0		
Observaciones :	Muestra humedad >3/4"			
<b>TÉCNICO LABORATORIO</b>	<b>JEFE LABORATORIO</b>	<b>INGENIERO</b>		
Nombre: <i>Ricardo Briceño Huamani</i>	Nombre: <i>Jorge Díaz Gutierrez</i>	Nombre: ING. <i>MARISOLITA ROSA DEACHEA</i>		
Firma: 	Firma: 	Firma: 		
Fecha:	Fecha:	Fecha:		






 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>		Doc. ID: LAB-UCV-FOR-003
			Revisión: 00
			Fecha Emisión: 20/03/2017
<b>EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017</b>			
Nombre del Proyecto :			
Universidad :	UCV		
Cliente :	Ricardo Briceño	Proyecto	DPI
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-003
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	25/03/2017
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicación Muestreo :	Hotel Aeropuerto
Ensayado por :	Luis Jara	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto
Coordenadas :	N	E	Cota
Temperatura de Secado    60 °C <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C <input type="checkbox"/>			
<b>LIMITE LIQUIDO</b>			
N° TARRO	9	11	2
TARRO + SUELO HUMEDO	0.00	0.00	0.00
TARRO + SUELO SECO	0.00	0.00	0.00
AGUA	0.00	0.00	0.00
PESO DEL TARRO	0.00	0.00	0.00
PESO DEL SUELO SECO	0.00	0.00	0.00
% DE HUMEDAD	0.00	0.00	0.00
N° DE GOLPES	32	24	16
<b>LIMITE PLASTICO</b>			
N° TARRO	0	0	
TARRO + SUELO HUMEDO	0.00	0.00	
TARRO + SUELO SECO	0.00	0.00	
AGUA	0.00	0.00	
PESO DEL TARRO	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO	0.00	0.00	
% DE HUMEDAD	0.00	0.00	
<b>% DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>			
			
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>		<b>CRITERIO ACEPTACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
LIMITE LIQUIDO	0	CUMPLE	-
LIMITE PLASTICO	0	NO CUMPLE	x
INDICE DE PLASTICIDAD	NP	NO APLICA	-
<b>TÉCNICO LABORATORIO</b>		<b>JEFE LABORATORIO</b>	<b>INGENIERO</b>
Nombre:	Ricardo Briceño Huamani	Nombre:	Julio Diez Gutierrez
Firma:		Firma:	
Nombre:		Nombre:	ING. MARGARITA BOZA ULAECHEA
Firma:		Firma:	
Fecha:		Fecha:	

	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO - ASTM C127</b>	Doc. ID: LAB-UCV-FOR-003
		Revisión: 00
		Fecha Emisión: 20/03/2017

<b>EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017</b>			
Nombre del Proyecto :			
Universidad :	UCV	Proyecto :	DPI
Cliente :	Ricardo Briceño Huamani		

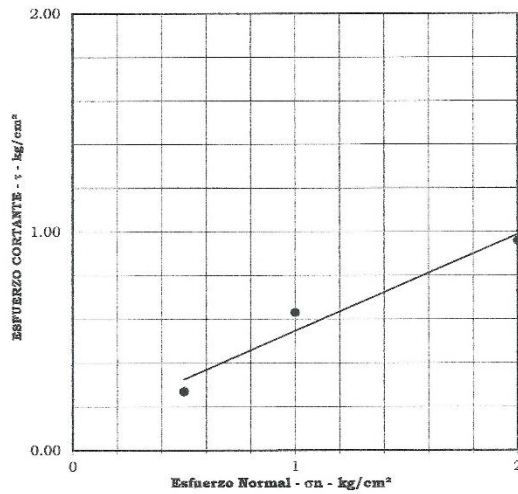
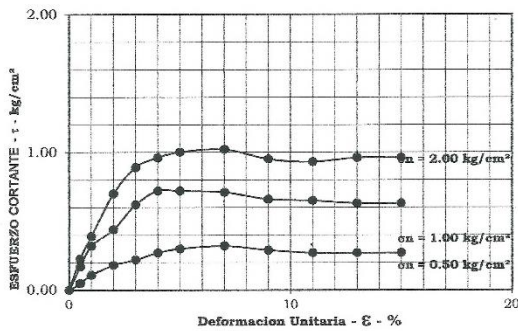
Tipo de Material :	Material de baja permeabilidad	N° Muestra :	MBP-003
Fecha Muestreo :	24/03/2017	Fecha Ensayo :	25/03/2017
Muestreado por :	Ricardo Briceño Huamani	Ubicac. Muestreo :	Hotel Aeropuerto
Ensayado por :	Ricardo Briceño Huamani	Procedencia :	Obra Hotel Aeropuerto
Coordenadas :	N	E	Cota

No de Prueba		1	2	PROMEDIO
Peso Agregado Seco (gr.)	A	6969		
Peso Agreg. Sat. Super. Seca (gr.)	B	7035		
Peso Agregado Sumergido (gr.)	C	4404.0		
Gravedad Especifica (OD)	A/(B-C)	2.649		2.649
Gravedad Especifica Sat. Sup. Seca	B/(B-C)	2.674		2.674
Gravedad Especifica Aparente	A/(A-C)	2.717		2.717
Densidad (OD)	(Kg/m3)	2.642		2.642
Densidad Sat. Sup. Seca	(Kg/m3)	2.667		2.667
Densidad Aparente	(Kg/m3)	2.710		2.710
% Absorción	(B-A)/A*100	0.9		0.9
T° C-H2O		23.0		23.0

TÉCNICO LABORATORIO	JEFE LABORATORIO	INGENIERO
Nombre: <i>Ricardo Briceño Huamani</i>	Nombre: <i>Julio Diaz Estenevez</i>	Nombre: ING. <i>MARCELO PABLO OLAECHEA</i>
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Fecha:	Fecha:	Fecha:

**INVESTIGADOR :** RICARDO BRICEÑO HUAMANI  
**PROYECTO TESIS :** EXCAVACIÓN MASIVA PARA MUROS ANCLADOS EN SÓTANOS PARA LA DISMINUCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE LIMA, 2017  
**FECHA :**

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO



<b>CALICATA</b>	: MBP-003
Profundidad (m.)	: 14.00
Clasificación SUCS	: GP con grava
Angulo de fricción interna del suelo	: 34.32 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.00 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad Seca Promedio ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: 2.09 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural ( $\gamma_d < N^{\circ}4$ )	: 3.61 %

Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.54	2.54	2.54

Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	2.00
Deformación Unitaria $\epsilon$ - %	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.05	0.17	0.23
1.0	0.11	0.32	0.39
2.0	0.18	0.44	0.70
3.0	0.22	0.62	0.89
4.0	0.27	0.72	0.96
5.0	0.30	0.72	1.00
7.0	0.32	0.71	1.02
9.0	0.29	0.66	0.95
11.0	0.27	0.65	0.93
13.0	0.27	0.63	0.96
15.0	0.27	0.63	0.96

**NORMA UTILIZADA:** INDECOPI-NTP 339.171:2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

**OBSERVACION:** La muestra fue tomada por el investigador.

*Ricardo Briceño Huamani*

*Julio Díaz Guzmán*

*ING. MARGARITA ROSA OLIVERA*



## Anexo 9: Fotografías del desarrollo del ensayo de corte directo

