



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Asentamiento diferencial de una estructura inducida por la falla de los terrenos en  
el distrito de Ancón, Lima - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Facundo Chinguel, Luciano (ORCID: 0000-0001-8914-1990)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**Lima - Perú**

**2021**

## DEDICATORIA:

Este trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por permitirme la dicha de la vida, a mi familia, en especial a mi madre, a mis hermanos, a mi padre que está en el cielo y a las personas que están a mi lado.

Todo esfuerzo genera una recompensa y mi familia siempre, siempre me motivo a seguir luchando, razón por la cual se lo dedico a ellos.

### **AGRADECIMIENTO:**

A mi casa de estudio la universidad Cesar Vallejo que durante estos 5 años me albergó en su alma mater.

Una vez quiero dar las gracias a mis padres, a mis hermanos que en todo momento que apoyaron a seguir luchando por alcanzar mis objetivos.

También doy gracias al asesor el Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes sus enseñanzas y Compresión.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA:.....	ii
AGRADECIMIENTO:.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
3.1. Tipo Y diseño de Investigación.....	44
3.2. Variables y Operacionalización: .....	44
3.3. Población, muestra y muestreo .....	46
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
3.5. Procedimientos.....	48
3.6. Método de análisis de datos.....	48
3.7. Aspectos éticos .....	49
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN: .....</b>	<b>75</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. valores referenciales de pesos volumétricos.....	20
Tabla 2. Coeficientes de empuje pasivo.....	31
Tabla 3. Factores de capacidad de carga de therzaghi.....	31
Tabla 4. Factores modificados por falla por corte local .....	33
Tabla 5. Asentamientos permitidos .....	37
Tabla 6. Módulo de elasticidad según tipo de suelo.....	37
Tabla 7. Relación de poisson .....	38
Tabla 8. Factor de forma .....	38
Tabla 9. Valores propuestos de coef. De balastro ks30.....	39
Tabla 10. Distorsión angular.....	43
Tabla 11. Número de puntos de investigación. ....	47
Tabla 12. Rango y magnitudes para los instrumentos .....	48
Tabla 13. Parámetros sísmicos.....	53
Tabla 14. Tipo de suelo obtenido para cada calicata .....	55
Tabla 15. Propiedades físicas.....	57
Tabla 16. Propiedades mecánicas .....	58
Tabla 17. Propiedades químicas .....	58
Tabla 18. Parámetros químicos recomendados .....	59
Tabla 19. Parámetros de resistencia de cimentación c.....	59
Tabla 20. Cimentación corrida según método de terzaghi .....	60
Tabla 21. Cimentación corrida según meyerhof .....	60
Tabla 22. Parámetros de resistencia para zapata c. De 1.2 m.....	60
Tabla 23. Resumen de cálculo de capacidad portante.....	61
Tabla 24. Parámetros de resistencia para zapata c. De 1.5 m.....	61
Tabla 25. Resumen de cálculo de capacidad portante.....	62
Tabla 26. Metrados de carga por piso.....	64
Tabla 27. Asentamientos diferenciales para cimentación c.....	65
Tabla 28. Asentamientos diferenciales para z. Cuadrada.....	66
Tabla 29. Resumen de asentamientos.....	72
Tabla 30. Resumen de parámetro de suelo .....	73
Tabla 31. Resumen de capacidad portante.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución granulométrica.....	18
Figura 2. Comportamiento de las arenas ante fuerza cort .....	23
Figura 3. Ensayo de compresión triaxial. ....	23
Figura 4. Fallas capacidad de carga. ....	27
Figura 5. Modos de falla de cimentaciones en arena. ....	27
Figura 6. Planta y elevación de zapata aislada. ....	29
Figura 7. Planta y elevación de zapata combinada. ....	29
Figura 8. Planta y elevación zapata conectada. ....	30
Figura 9. Cimentación superficial con base rugosa.....	34
Figura 10. Asentamiento diferencial. ....	42
Figura 11. Mapa distrital de ancón. ....	50
Figura 12. Mapa político del Perú. ....	51
Figura 13. Clima del distrito de ancón.. ....	52
Figura 14. Ubicación de la zona de estudio .....	52
Figura 15. Mapa de zonificación.....	54
Figura 16. Calicata n 01.. ....	56
Figura 17. Calicata n 02.. ....	56
Figura 18. Calicata n 03.. ....	57
Figura 19. Factores para el etabs.....	62
Figura 20. Espectro de carga estática.....	63
Figura 21. Estructura de diseño de vivienda unifamiliar. ....	63
Figura 22. Masas de cada piso de vivienda unifamiliar. ....	64
Figura 23. Módulos de winkler para la reacción del suelo. ....	67
Figura 24. Agregando propiedad de la subrasante del suelo.. ....	68
Figura 25. Modelamiento en safe, cimentación. ....	69
Figura 26. Asentamientos calculados con el software safe.....	70

## RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto de investigación es determinar la relación entre el asentamiento diferencial de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón. Para obtener este resultado se llevará a cabo el estudio de campo, mediante la extracción de calicatas para determinar las propiedades físicas, mecánicas, químicas. Se modelará una vivienda unifamiliar de tres pisos de un área de 140m<sup>2</sup> en el programa Etabs 2018. Para determinar si dicho terreno presenta fallas, se apoyó de las propiedades físicas y mecánicas, las cuales fueron obtenidas de los ensayos de clasificación SUCS por tamizado y el ensayo de compresión triaxial.

La metodología consistió en determinar la capacidad portante del suelo, con lo cual se podrá determinar el asentamiento diferencial; el cual se obtuvo de dos formas, una metodológicamente y otra mediante el programa Safe, dichos valores se encuentran por debajo del asentamiento admisible para arenas que es de 3.4cm.

De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio. Para las propiedades físicas, arrojo un suelo "SP", cuya definición es de una arena pobremente graduada. Propiedades mecánicas, se determinó la cohesión que presenta el suelo y el ángulo de fricción. Para las propiedades químicas se determinó la presencia de cloruros y sulfatos, cuyos resultados se encuentran por debajo de los límites perjudiciales para la estructura. Llegando a concluir que el asentamiento diferencial depende de la falla que presente el terreno, a raíz de ello llegue a deducir lo importante de realizar un estudio de mecánica de suelos previo a la construcción.

**Palabras claves:** Asentamiento diferencial, capacidad de carga, parámetros del suelo, cimentaciones superficiales.

## ABSTRACT

The main objective of this research project is to determine the relationship between the differential settlement of a structure and the failure of the lands in the district of Ancón. To obtain this result, a field study will be carried out, by means of the extraction of pits to determine the physical, mechanical and chemical properties. A three-story single-family house with an area of 140m<sup>2</sup> will be modeled in the Etabs 2018 program. In order to determine if said land presents failures, it relied on the physical and mechanical properties, which were obtained from the SUCS classification tests by sieving and the triaxial compression test.

The methodology consisted in determining the bearing capacity of the soil, with which the differential settlement could be determined; which was obtained in two ways, one methodologically and the other through the Safe program, these values are below the admissible settlement for sand, which is 3.4cm.

According to the results of the tests carried out in the laboratory. For the physical properties, I return a soil "SP", whose definition is a poorly graded sand. Mechanical properties, the cohesion presented by the soil and the friction angle were determined. For the chemical properties I determine the presence of chlorides and sulfates, the results of which are below the limits harmful to the structure. Concluding that the differential settlement depends on the fault that the terrain presents, as a result of this it is possible to deduce the importance of carrying out a study of soil mechanics prior to construction.

**Keywords:** Differential settlement, bearing capacity, soil parameters, shallow foundations.

## I. INTRODUCCIÓN

El mayor sueño de toda familia es contar con un hogar, un lugar que le brinde seguridad, protección y confort. Su cuidado y mantenimiento influyen directamente en su estabilidad y su valor en el tiempo. La problemática surge cuando empiezan a presenciarse grietas, desafortunadamente dichas grietas en muros de carga, vigas o columnas son el indicio de un problema más grave que influye en la estabilidad de la estructura. El aumento de la población, demanda la construcción de más viviendas, deduciendo dos factores. La condición económica del propietario, la falta de conocimiento del tema, conlleva a realizar una construcción de una vivienda sin analizar los parámetros del terreno donde cimentara su estructura, lo cual con el paso del tiempo se evidencian las anomalías. Otro punto es que, habiendo realizado un buen diseño y un correcto análisis del suelo, la estructura llegue a fallar. La variable de estudio sería el suelo, preguntándonos porque fallo, es aquí donde intervienen los agentes externos que afectan el terreno.

La estructura del terreno en el Perú es morfológicamente diferente, lo que hace más interesante su estudio, ya que los parámetros que arroje son la base para realizar un diseño estructural, el terreno es sometido a cargas e interacciones con la estructura, lo cual afecta su estado inicial conllevando a profundizar su estudio.

Como cualquier otro material, el suelo también experimenta deformaciones cuando se sujeta a un cambio en su estado inicial a causa de la aplicación de cargas. Dichas deformaciones, aun siendo cargas pequeñas son mayores que las que experimentan otros materiales estructurales como el acero y el concreto. Conllevando a que estas deformaciones se conviertan en desplazamiento en dirección vertical de la masa del suelo, provocando un fenómeno conocido como asentamiento diferencial.

El estudio de Los asentamientos Diferenciales es de vital importancia dentro del concepto de diseño de una estructura. Ya que tiene relación directa con los parámetros de la estructura, funcionalidad y daños que podría ocasionar en la edificación. Una simple fisura es ocasionada por el mal proceso del revestimiento del elemento estructural, llámese muro, viga, columna.

Pero si hablamos de un agrietamiento de un muro, vigas o columnas, abordamos

un tema más complejo, ya que dicho fenómeno es causado por un asentamiento diferencial en la estructura. Así mismo la inclinación total de la estructura es provocada por un asentamiento excesivo del terreno. La fuga de agua en las redes de servicio y el mantenimiento inadecuado de los sistemas de drenaje con el tiempo llevan al fallo de la estructura.

Ancón es el segundo distrito de mayor tamaño en la provincia de Lima y hoy en día se encuentra en la fase de preparación, para convertirse en una ciudad emergente y sostenible, este proyecto beneficiara alrededor de 150 mil familias, este beneficio impulsara la edificación de viviendas. Por lo tanto, es importante tener conocimiento del sustrato del terreno y las fallas que puede presentar y ante ello que soluciones brindara un profesional. Por este motivo la presente investigación que titula “Asentamiento diferencial de una estructura inducida por falla del terreno en el distrito de Ancón-Lima 2021”.

La formulación del problema según (Hernández y otros, 2014 p. 40) indican que: plantear el problema de investigación es encontrar la problemática del objeto de estudio por medio de cuestionarios, entrevistas, teniendo un lenguaje y pensamiento comprensible hacia los demás.

Por ello el **Problema general** es:

¿Cómo se relaciona el asentamiento diferencial de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima -2021? En consecuencia, los **Problemas específicos** son: ¿De qué manera influyen los parámetros del suelo en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón?, ¿De qué manera afecta la capacidad portante al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón?, y por último ¿De qué manera influye las cimentaciones superficiales al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón?

Nuestro proyecto de investigación pretende informar y crear soluciones de diseño ante fenómenos de asentamiento diferenciales y fallas del terreno, por ello se enmarcará en los siguientes parámetros de justificación. **Justificación técnica** menciona que con el desarrollo de vuestro proyecto de investigación se obtendrá resultados del por qué una estructura sufre asentamientos diferenciales, mediante la evaluación del terreno a través de un Estudio de Mecánica de Suelos, el cual nos

proporcionará los parámetros que presenta el suelo de fundación y así evaluar las características de la cimentación superficial que se construirá y así reducir el fenómeno de asentamiento.

**La Justificación social** busca que esta investigación contribuya con la población del distrito de Ancón, brindándoles información de las características y parámetros del terreno de fundación, incentivando y orientando a tomar una buena decisión y elección al momento de ejecutar una nueva construcción. **Justificación económica** se justifica en realizar la aplicación de la mecánica de suelo, aplicando las respectivas de las normas y realizando un correcto diseño de acorde al tipo de suelo que presente el terreno de desplante garantizando una vivienda segura.

Plantearse un objetivo es determinar la meta que se quiere alcanzar, dando respuesta al problema planteado y definiendo en qué forma se alcanzará el resultado. Siendo claros y actuando con precisión, siguiendo un orden lógico y metodológico. Además, un objetivo tiene que ser medido y valorado.

Definiendo el **Objetivo general**: Determinar la relación entre el asentamiento diferencial de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima -2021. Por consiguiente, sus **objetivos específicos** son: Evaluar de qué manera influyen los parámetros del suelo en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón. Determinar en cuánto influye los tipos de fallas del terreno en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón. Analizar de qué manera afecta la capacidad portante al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón. Analizar de qué manera influye las cimentaciones superficiales al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.

Según Fernández (2015) menciona: "Se utilizan dos métodos para determinar la precisión de la medición de la capacidad de carga del suelo de cimentación amurallada: el método de prueba de corte directo y el método de prueba SPT. - Universidad Nacional de Cajamarca 2014. [...]. La prueba de cizallamiento directo acorta la ruta de drenaje a través de la muestra y reduce el exceso de presión de agua de poro, lo que permite una determinación relativamente rápida de las características de resistencia integradas. Se desgasta más rápido que muchas

otras pruebas de estrés por otro lado, SPT permite definir diferentes especificaciones de suelo como: tipo de suelo, configuración estratigráfica, densidad relativa y comprensión a diferentes profundidades dependiendo del número de caminos. Esta decisión. Tolerancia

A razón de ello, nuestra **Hipótesis general** busca establecer si Existe relación entre el asentamiento diferencia de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima -2021. De tal motivo se desprenden las **Hipótesis específicas**: Los parámetros del suelo influyen suelo en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón. Los tipos de fallas influyen en el asentamiento de una estructura en el distrito de Ancón. La capacidad portante afecta al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón y, por último, Las cimentaciones superficiales influyen en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.

## II. MARCO TEÓRICO

**Antecedentes nacionales:** Según, Morales, F. (2018). Esta investigación tiene como **objetivo** estudiar y plantear la mejor alternativa de cimentación directa para edificaciones basada en asentamiento diferencial que evalúa y planifica cimentaciones y pisos. Este método se basa en el diseño de cimientos compuestos concéntricos conectados a la viga de conexión, el diseño de la placa de cimentación con la viga rígida, el diseño de la placa de cimentación soportada por la viga de elevación y el diseño del espesor uniforme de la placa de cimentación. Se ejecutan los elementos que determinan el tipo de cimentación. Los resultados de este proyecto se construirán mediante un método de análisis comparativo basado en cuatro opciones de cimentación (Análisis y diseño de vigas y cimentaciones concéntricas y concéntricas relacionadas, hardware de análisis de diseño de las mallas de cimentación de vigas). El análisis y el diseño de cimentaciones respaldan la información de elevación de cargas Interpretación y diseño de placas de cimentación de espesor uniforme y la cimentación existente, en costos y la alternativa más viable. Llegando a las siguientes **conclusiones:** que la cimentación existente, constituida a base de zapatas concéntricas y combinadas unidas mediante vigas de cimentación, resulto ser la más económica ante la presencia de asentamientos diferenciales, cumpliendo el criterio de Terzaghi. La optima alternativa de cimentación superficial ante la presencia de asentamientos diferenciales de dicho proyecto es la alternativa I, la cual consiste en zapatas concéntricas y combinadas unidas mediante vigas de cimentación con dimensiones de 0.6x1.2m.

Asimismo, Picón, A. y Ruiz, L. (2019). Plantea el **objetivo** de evaluar Efecto de las interacciones suelo-estructurales en los márgenes de seguridad estructural para el análisis estructural de pórticos 2D. Describe los parámetros contenidos en la hipérbola que reflejan la relación no lineal entre la presión aplicada y la con-regulación. Aquí puede ver la fuerza generada por el marco 2D integrado en la base cuando la viga está sujeta a una carga lineal y la fuerza generada por el marco 2D con el resorte en la base cuando la viga está sujeta a una carga lineal. Esto se considera un comportamiento no lineal y la rigidez del resorte depende de la deformación. Finalmente, evalúe y compare los cambios estructurales en las

fuerzas internas al comienzo del diseño y la iteración final. El método utilizado fue modelar un porche y un techo simple de cuatro pisos usando el programa ETABS, para el modelado se siguió los siguientes pasos. El primer paso fue definir las propiedades de los materiales tanto del concreto como del suelo. El segundo paso es el pre dimensionamiento estructural de vigas y columnas. El tercer paso es la sistematización del proceso que consiste en la modelación preliminar del pórtico, diseño de zapatas, obtención de la curva hiperbólica y por último el proceso iterativo. Con lo cual se obtendrán los **resultados** arrojan una relación lineal entre las variaciones de carga y los asentamientos diferenciales, con los cuales se verifica la linealidad en el diseño geotécnico tradicional. En las **conclusiones** se corrobora que los métodos de predicción de asentamientos convencionales como los de Terzaghi, Peck y Mesri o el de Schmertman sobreestiman los asentamientos. La consideración del suelo como un material deformable, en el periodo de análisis, genera variaciones notorias en las fuerzas internas de la estructura estructural. Se pueden obtener resultados diferentes aplicando otros parámetros al inicio del análisis.

ALEXIS THOMÁS, RUIZ SÁNCHEZ (2019), El suelo de Lima está compuesto principalmente por agregados de grava geológica formados por sedimentos antiguos de los ríos Rímac y Chiron. Los suelos con buenas propiedades mecánicas se prefieren para cimentaciones poco profundas que no causan flacidez o problemas de soporte excesivos. Una forma común de modelar la estructura del suelo en Lima es utilizar herramientas de ingeniería como los programas SAP y ETABS. Esto le permite crear modelos de textura con y sin interacciones suelo-textura. Sin embargo, para los suelos de Lima, como se mencionó anteriormente, es común ignorar el proceso de formación de asentamientos y usar el modelo incorporado o simplemente elevarlo por encima del suelo. Sin embargo, las diferencias en el asentamiento pueden ocurrir debido a diferentes cargas sobre los elementos y la variabilidad inherente del suelo. Esto provoca una redistribución de fuerzas, cambiando las fuerzas reales generadas dentro de la estructura. El diseño de la cimentación es diferente debido a los valores esperados de asentamiento y deformaciones angulares, la redistribución de fuerzas generadas dentro de la estructura. Por lo tanto, uno de los métodos más utilizados para calcular los

asentamientos en la actualidad son los totales de capa. En este artículo, tomaremos en cuenta el área de influencia y calcularemos la deformación de cada capa debajo de la cimentación para obtener el asentamiento total. Los resultados anteriores también muestran que existen variaciones entre casas de modelo estructural de marco con resortes en la base, en lugar del modelo general empotrado. Se requiere un proceso iterativo para obtener estos resultados. Sin embargo, para cada iteración, el estudio concluyó analizando específicamente las diferencias entre los resultados de cada paso. La fuerza interna de la estructura.

(2) De manera similar, como se mencionó en la sección anterior, estos cambios dependen casi por completo de las condiciones iniciales del caso analítico. Es decir, se pueden obtener diferentes resultados utilizando: Parámetros al inicio del proceso: materiales de construcción, dimensiones estructurales, etc. (3) La nueva distribución de fuerzas internas generadas por el sistema muestra claramente los cambios que existen en comparación con los que no tenga en cuenta la interacción del suelo y las estructuras. Esto puede afectar directamente el cálculo del diseño de refuerzo. Sin embargo, se necesitan más estudios de caso y sus diseños antes de concluir que tendrán un impacto significativo en el cálculo estructural al examinar las interacciones.

Por otro lado, Lima, N. y Huayna, O. (2015). **Objetivo**, tiene la finalidad de establecer la magnitud de los asentamientos provocados en las viviendas de la Urbanización San Valentín. La **metodología**, correspondió al diseño explicativo cuasi experimental, optando el estudio de campo, realizando estudios de laboratorio del suelo y la verificación de los daños que presentan las viviendas. **Resultados**, de la evaluación aplicada, 07 viviendas presentan daños leves en los muros, lo cual representa menos del 10% de toda la estructura, dichos daños generados se visualizan en grietas mínimas en ventanas y puertas. 21 viviendas presentan daños medianos, lo cual representa entre el 10%- 30% del total, con presencia de asentamientos menores a 2.5 cm. 11 viviendas con daños graves, con asentamientos diferenciales medianos de 3-5, que representa más del 50% del total con c. 14 viviendas con daños muy grave, con asentamientos diferenciales graves de 6 a más cm. **Concluyendo** que los daños en las viviendas se deben a los asentamientos inmediatos, debido a los trabajos de relleno durante la construcción, llevados a cabo por los mismos dueños sin ninguna supervisión.

Por consiguiente, Quispe, Y. y Canahuire, D. (2015). Se basó en el **objetivo** de determinar las causas y daños ocasionados en la estructura de cimentación de las viviendas construidas, basándose en la **metodología** cuasi- explicativo, evaluando las características de la cimentación empleadas en las construcciones afectadas., en base a las características químicas de la humedad por aguas superficiales y subterráneas, evaluando las características biológicas de estratificación de los suelos. Se **concluye** que la vivienda construida en la residencia se llevó a cabo sobre terrenos húmedos no aptos para la construcción, los cuales presentaron baja capacidad portante, además el relleno realizado en dichos terrenos no ha sido controlado razón por lo cual se originaron daños estructurales. Además, la estructura de cimentación no fue la adecuada para ese tipo de terreno. Se **recomienda** lo siguiente, se puede construir viviendas sobre rellenos, sin embargo, estos deben ser suelos apropiados y bien compactados. Para el diseño de estructuras de concreto en cimentaciones se debe tomar en cuenta la capacidad de carga admisible con lo cual se determinará el tipo de cimentación.

Así mismo, Jiménez, A. Paz, N. (2020). Presenta como **objetivo** Determinar el terreno permisible para cada diseño del área de cimentación de empoderamiento urbano de La Colina en la región de Tarapoto. Se aplica metodología tipo diseño para resolver problemas de estabilidad y seguridad estructural en función de las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del terreno y para determinar las cargas de servicio que serán capacidad portante. Basado en el método experimental de Terzaghi, los efectos de la resistencia del suelo se pueden encontrar en el diseño anterior. Los **resultados** obtenidos se basan en la recolección de muestras representativas en un número específico de pozos para realizar las respectivas pruebas de laboratorio requeridas para caracterizar el suelo y cada análisis. **Concluimos** que la retención del suelo puede desarrollar diseños geométricos y tamaños de sustrato basados en propiedades mecánicas. ¿Por qué seguir el mismo proceso de modulación estructural, manejo de estratificación del suelo, manejo de profundidad de cimentación y establecimiento de cargas de equilibrio estático? El estudio de los parámetros físicos y mecánicos del suelo es muy importante para determinar la capacidad de carga admisible del suelo en estudio.

**Antecedentes internacionales:** Según, Andrade, C. (2017). Tiene como **objetivo** general determinar la causa de los asentamientos de la vivienda considerada en este trabajo y proporcionar una solución, a fin de reducir al mínimo las deformaciones producidas por dichos asentamientos y a su vez absorber futuras deformaciones, proporcionando un método referencial que sea aplicable a nuestro medio. La **metodología** en el presente trabajo se basó en realizar un estudio de suelos con la finalidad de encontrar problemas presentes cerca de las zapatas de cimentación; la edificación es una vivienda unifamiliar que consta de dos niveles y tiene un área aproximada de 600 m<sup>2</sup>. La topografía en donde se ubica la edificación es relativamente plana, con ligeros desniveles en su interior, por esta razón se decidió hacer 4 perforaciones, ubicadas en las 4 esquinas principales de la edificación. Cada sondeo se realizó a una profundidad de no menos de 6m, debido a que la cimentación es superficial y el rango de presiones cubrirá esta profundidad. **Resultados**, mediante la revisión del diseño estructural se verificó la reducción de los esfuerzos de tensión diagonal a causa de efectos de asentamiento usando mampostería enchapada, de esta manera se comprueba que la mampostería enchapada contrarresta el efecto del asentamiento diferencial. Las **conclusiones** mencionan que el estudio de suelos no fue efectivo al momento de comparar los resultados con las diferentes hipótesis causales del problema de asentamiento, debido a que el informe realizado concluye que: en el exterior de la vivienda no se presenta ningún problema, debido a esto no menciona el causal de los asentamientos diferenciales, al modelar la estructura sin paredes, se comprobó que sus propiedades dinámicas son adecuadas, debido a los modos de vibración de la estructura, son traslaciones en los dos primeros modos y rotación en el tercero. Al comprobar el diseño de los elementos estructurales, se encontró que el sistema de losas planas con vigas banda no cumple con los requerimientos de diseño mínimo propuestas por la NEC-15 y el curso de diseño sismorresistente de edificios con viga banda, provocando que el sistema aporricado esté sometido a esfuerzos que sobrepasan su capacidad, volviéndose un sistema vulnerable tanto para los efectos de los asentamientos diferenciales, así como también a efectos por eventos sísmicos. Por ello recomienda realizar un estudio exhaustivo de manera que se determine la causa del asentamiento en un contexto global, esto ayudara de manera significativa al entendimiento del problema y a una solución definitiva.

Asimismo, Ramírez, M. (2017). Tiene como **objetivo** determinar los asentamientos diferenciales generados por la estructura petrolera construido por a través de zapatas aisladas mediante un método número de ecuaciones diferenciales complejas tomando en consideración las propiedades mecánicas y estructurales de la roca. Su **metodología** se basa en dos pasos, el primero se basó en la recolección de información general sobre la desintegración de la roca. Apoyándose en base a conceptos de la teoría de la elasticidad. El segundo paso se basó en el estudio de las características de las rocas mediante excavaciones apoyándose en base a estudios geofísicos desarrollados con anterioridad. Después de la recolección de muestras se analizará los parámetros de elasticidad para evaluar los asentamientos producidos en cada zapata, a través de pruebas experimentales tanto directas como indirectas. concluye finalmente definiendo que la presencia de asentamientos diferenciales debido a variación en los espesores de suelo- roca, lo más alarmante es que esta interfase permita desplazamientos poniendo en riesgo toda la estructura petrolera. Los **resultados** arrojados del estudio de las zapatas se encontró un asentamiento general de toda estructura de 19 cm, siendo este desplazamiento el más importante. **Conclusiones**, el edificio de Ingeniería Petrolera, se encuentra desplantado sobre la interfase suelo-roca, sin embargo, la diferencia en los espesores genera la presencia de los asentamientos diferenciales, sumado a eso la variación de cargas del edificio. En relación a las propiedades mecánicas de los materiales, la capacidad de carga y la relación entre los esfuerzos y las deformaciones de la roca son, más grandes en relación a las características del suelo. Por ello para evitar los asentamientos y detener el aumento de las fracturas es necesario mejorar la capacidad de carga, mediante inyección de lechadas (agucemento), primordialmente donde se generen asentamientos excesivos.

Del mismo modo, Molina, K. (2016). Fija como **objetivo** la elaboración Si el sistema contiene la posibilidad de un piso bajo para completar el sistema, es de una base técnica válida. El método del diploma está diseñado en dos capítulos. El primero depende del proceso de tecnología técnica en casa. La segunda función depende del origen del proceso originario. Está autorizado para resolver los problemas detectados por esta tarea. Para garantizar la comodidad. La aprobación de las características más importantes de las arrugas no elimina este problema, y si se restauró como se quería, concluyeron otros guardianes. Finalmente, el autor

sugirió que esta naturaleza del terreno necesita crear puntos de investigación apropiados para edificios residenciales. Algunos de estos eventos están escritos a continuación: Es necesario llegar a todos. Lecturas geográficas Los instrumentos de tormenta deben tomarse en condiciones meteorológicas estatales.

Ochoa, D. (2016). Propone como **objetivo**, Establecer un plan de monitoreo de condición estructural para cimentaciones y otros asentamientos basados en tensiones unitarias pequeñas Apoyado por vigas de amarre y modelos teóricos. Como **resultado**, se demostró que el comportamiento de la deformación del acero a tracción se obtuvo mediante el análisis de la deformación causada por el asentamiento individual de cada nodo y la combinación de asentamiento. Los primeros supuestos abiertos deben identificarse implementando mejoras que tengan en cuenta factores externos que pueden afectar el resultado.

Inseun Yuri Salena (2016),” A Case Study of Foundation Failure in The Existing Residential Building” esta tesis tiene como objetivo, Identificar los tipos de fallas de los cimientos, las causas y los defectos estructurales debidos a la falla en el edificio residencial; Identificar los tipos de trabajos de remediación y técnicas de reparación para superar los problemas de fallas de los cimientos; Identificar y determinar las Fallas en una situación real. Caso de fallas de cimentación en el edificio residencial y se hayan realizado las obras de remediación; Identificar y proponer los métodos de mantenimiento en la edificación residencial existente para prevenir fallas de cimentación similares en el futuro, la metodología de estudio en este caso es un proyecto “Evaluación de problemas de asentamiento de terrenos y grietas en edificios en 88 viviendas unifamiliares Taman Tunas Muda en el lote 6034, Mukim 12, Daerah Barat Daya, Penang”. Este proyecto se lleva a cabo en viviendas residenciales existentes Taman Tunas Muda propiedad del desarrollador Sri Tunas Harta Sdn. Bhd. resultando Todos los tipos de fallas tienen una conexión muy fuerte con el suelo, porque los comportamientos del suelo determinan la estabilidad de los cimientos del edificio y el desempeño a largo plazo del edificio. Las fallas de los cimientos tienen un gran impacto en el desempeño de la estructura del edificio. Ocurrirá distorsión y deflexión si la base no es estable y se mueve ligeramente. Creará daños a la estructura, como grietas en la pared, la viga y el piso y se convertirá en un problema para los ocupantes. Este problema debe resolverse y

los trabajos de reparación son la opción para reparar la falla, la investigación tiene como conclusiones: analizar el vínculo de apoyo entre el edificio y el suelo. Transmiten la estructura al suelo. Pero al mismo tiempo transfieren cualquier movimiento del suelo a la estructura. Si la cimentación no transfirió este movimiento, afectará la distorsión y producirá daños a la estructura del edificio. Este movimiento se relaciona con el comportamiento del suelo, incluida la capacidad de carga del suelo para resistir las cargas de la estructura. Para evitar que se produzca el movimiento o para reducir al mínimo el movimiento en sí, es muy importante el mantenimiento adecuado de la estabilidad del suelo y los cimientos. A continuación, se muestran los métodos que se pueden utilizar para evitar que la cimentación existente falle; el conocimiento sobre la importancia de la estructura de la cimentación es esencial para difundirse más ampliamente, especialmente para la gente común, que no tiene relación con este comportamiento de construcción. El ocupante, el propietario del edificio y también el inquilino, deben conocer el estado de la estructura del edificio o de las casas y saber cómo mantener la estabilidad y el rendimiento de la estructura en sí. Inspección y monitoreo del sitio con regularidad. La inspección del sitio es muy importante para localizar si hay daños en la estructura del edificio. La inspección mantendrá el rendimiento de la estructura del edificio porque si hay algún letrero o aviso de daños de pequeña escala o aparecen grietas en la pared o columna, se tomarán medidas tempranas. Y si el daño se agranda, busque al experto para encontrar la solución. La inspección del sitio puede realizarla usted mismo o el inspector de construcción. La inspección se puede realizar al menos una vez en 6 meses o una vez al año. Ya es adecuado y puede mantener la estabilidad de la estructura en sí. También puede reducir el riesgo de fallas.

Hsing-Chiang Huang, Chin-Sheng Kao, and Chang-Huan Kou (2018) "Optimal Design and Seismic Resistance of Reinforced Concrete Structures Braced with Shear Walls". Artículo de investigación de la revista EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. Este documento técnico proporciona el diseño más económico y óptimo con énfasis en la resistencia sísmica. La variable de diseño para el tamaño de la sección transversal del miembro de la columna de la viga como variable de diseño se considera una variable discreta para la optimización del diseño. Las variables como la altura del piso, el diseño de la pared de refuerzo,

el diseño de la columna de vigas y las unidades son constantes. Precios para todo tipo de hormigones y varillas. Restricciones: Coeficiente de refuerzo y restricciones de rigidez. Modelo de pilar correspondiente a muros de arriostramiento de hormigón armado. En conclusión, este estudio aplica un método de redes neuronales para optimizar la estructura de un edificio con muros arriostrados y evaluar la resistencia sísmica de la estructura mediante software con herramientas de análisis de empuje. Finalmente, se extrajeron las siguientes conclusiones al estudiar la correlación entre el diseño óptimo de la estructura y la resistencia sísmica. Optimice el tamaño de la viga, el tamaño de la columna y la resistencia sísmica según la evaluación sísmica de la estructura del muro sísmico. El espesor de la pared es mayor que simplemente optimizar las dimensiones de la viga y la columna. La relación entre la optimización de estructuras de cortante con muros de cortante y la resistencia sísmica muestra que el tamaño optimizado de la viga contribuye en gran medida al valor  $A_p$  cuando se optimizan el tamaño de la viga y el tamaño de la columna de la viga. Economía sobre optimización de columnas Basándose en la relación entre la optimización del muro sísmico y la resistencia sísmica estructural, las predicciones del valor de diseño óptimo estimado generado con el software CAFE utilizan una regla interactiva para mostrar qué valores de  $A_p$  produjeron los valores más altos y más altos.

Brian Sexton (2015), "The Influence of Creep on the Settlement of Foundations Supported by Stone Columns", en esta tesis tiene como **objetivo** estimar la reducción de asentamientos, casi exclusivamente en asentamientos primarios, con muy poca consideración de cómo las columnas de piedra detienen los asentamientos de fluencia (McCabe et al. 2009, Mitchell & Kelly 2013) Dado que las columnas de piedra ahora se utilizan ampliamente en depósitos cohesivos blandos (y a menudo orgánicos), se debe prestar una atención cuidadosa a los asentamientos por fluencia. **Metodología**, los métodos analíticos de diseño de asentamientos generalmente implican la predicción directa de un factor de mejora del asentamiento,  $n = \delta_{\text{sin tratar}} / \delta_{\text{tratado}}$  (donde  $\delta_{\text{sin tratar}}$  y  $\delta_{\text{tratado}}$  son los asentamientos del suelo no tratado (es decir, sin columnas) y el suelo tratado con columnas de piedra, respectivamente) antes de usar este factor para predecir asentamientos de suelo tratado según  $\delta_{\text{tratado}} = \delta_{\text{no tratado}} / n$ . Las formulaciones

analíticas típicamente estiman el valor de  $\delta$  sin tratar (para un escenario en el que la carga se extiende sobre un área amplia) usando la Ec. 1.1, donde  $p_a$  es la carga aplicada,  $H$  es el espesor de la capa de suelo tratado y  $E_{oed}$  es el módulo endométrico del suelo. El método de Priebe (1995) de estimación de  $n$  para asentamiento primario es el más popular en la práctica geotécnica europea, aunque en los últimos años han surgido otros métodos más rigurosos. La metodología del trabajo de investigación que plantearon, se ha llevado a cabo un total de 682 análisis aximétricos bidimensionales distintos utilizando el programa FE PLAXIS 2D (Brinkgreve et al., 2011) como base para establecer la influencia en el rendimiento del asentamiento. El programa PLAXIS es específico para la ingeniería geotécnica y es capaz de modelar una amplia gama de problemas, p. Ej. Análisis de flujo de agua subterránea, construcción de túneles y excavación de suelos. El cual tiene como **resultado**, fin de la consolidación primaria (EOP) Las parcelas de registro de asentamiento (tiempo) para suelo no tratado predichas por los modelos SSC, SS y HS se presentan en la Figura 6.5 para las celdas unitarias de 5 m de largo. Las rigideces del suelo se anotan en las figuras (Esis definido en la Tabla 5.3). Estas figuras ilustran: Los asentamientos de EOP para los modelos SS y HS no viscosos son aproximadamente iguales en todos los casos. Los tiempos de consolidación de EOP se determinaron utilizando el método de Casagrande (1936) (identificado aproximadamente en la Figura). 6.5) asociados con el modelo SSC son ligeramente más grandes que los de los modelos HS o SS; esto es consistente con un aumento en el tiempo de consolidación debido a la fluencia. Los gráficos de disipación de presión de poro generados en PLAXIS indican tiempos de EOP ligeramente mayores., la investigación tiene como **conclusiones**: (1) Los factores de mejora del asentamiento difieren para cada modelo / escenario; los valores más grandes surgen para los análisis del modelo isotrópico Creep-SCLAY1S (tensiones horizontales sobre predicadas) y los más pequeños para el caso que incorpora unión y desestructuración. En el último caso, la presencia de columnas de piedra desencadena la degradación del enlace. Independientemente del modelo / escenario, los factores de mejora del asentamiento "total" son más bajos que sus contrapartes "primarias". (2) Las proporciones de los factores de mejora del asentamiento "total" y "primario" son similares para el caso isotrópico con ambos modelos, lo que sugiere que los hallazgos son relativamente independientes del tipo

de modelo. Los hallazgos también son independientes de si se tiene en cuenta o no la anisotropía.(3) Para los análisis que incorporan la unión y la desestructuración, los factores de mejora del asentamiento 'primarios' son menores porque las columnas destruyen parte del enlace in situ y los factores de mejora del asentamiento 'total' son menores porque la presencia de la columna desencadena deformaciones por fluencia que resultan en una mayor degradación de la unión (especialmente si cerca de la presión de pre consolidación). Debido a que los factores de mejora del asentamiento "primarios" para este escenario son más bajos para empezar, el efecto de la fluencia en el promedio ponderado es menos visible y, por lo tanto, se observa una relación menor entre los factores de mejora del asentamiento "total" y "primario". También se ha utilizado un coeficiente de fluencia "intrínseco" más bajo para estos análisis; esto también contribuye a una menor proporción entre el "total" y el "primario". La desestructuración será un factor más importante en arcillas altamente sensible

## **Teorías relacionadas al tema de investigación**

Al llevar a cabo un proyecto de construcción o una obra de ingeniería, se debe de tomar en cuenta el medio en donde se desarrollará la edificación y el impacto que generará a dicho entorno y al medio ambiente. Un proyecto de construcción u obra de ingeniería, tiene como base principal el suelo al cual le transmite sus cargas. Se debe entender que el suelo no es un material firme o rígido, que garantizara totalmente la estabilidad de la estructura a cimentar. Este no posee la resistencia tan grande, como los demás elementos estructurales tales como el acero o el concreto. Al contrario, es un material que al interactuar con la cimentación sufre deformaciones y tiene una resistencia límite, la cual no debe ser superada por las cargas que le propicia dicha estructura. Motivo por lo cual es necesario encontrar la fatiga que se producen en el terreno y las deformaciones que se producen. Numerosos estudios han encontrado, que cuando los asentamientos del suelo, son mayores a un cierto valor límite, se producen grietas en la edificación, a cuáles al no ser frenadas pueden al fallo de la estructura y por consiguiente al fallo total de la estructura. Por ello antes de realizar una edificación el paso número que se debe desarrollar es realizar un correcto análisis de los parámetros del suelo.

Mecánica de suelos. Según Villalaz (204 pág. 19), lo define como la rama de la mecánica y la hidráulica, que trata de la acción de las fuerzas sobre el sedimento. Para un ingeniero llevar a cabo un proyecto de gran envergadura necesariamente es primordial partir de un estudio de las propiedades que presta el suelo al momento de diseñar su estructura. Ya que de ese estudio dependerá el éxito del proyecto.

De lo mencionado por el autor cabe resaltar la importancia de realizar un estudio del terreno donde se cimentará determinada estructura, con lo cual se tendrá una vivienda o edificación segura, estable y duradera, evitando posibles asentamientos diferenciales ya que la estructura del terrero no tiene una resistencia fija, varía de acuerdo al lugar y a los estratos que presente.

**Parámetros del suelo**, son los factores determinantes para llevar a cabo una construcción, a raíz de su estudio se evaluará la cimentación adecuada para su tipo de propiedades que presenta. Teniendo que en cuenta que una vivienda sea económica y segura.

Según Tardeo y Zanabria (2016) menciona:” El objetivo de este proyecto fue determinar el factor de seguridad del talud a partir del diseño del análisis de exposición sísmica y encontrar soluciones alternativas para asegurar la estabilidad estructural, especialmente ante la severa amenaza geotécnica en la región. " Mejora la estabilidad del talud. El objetivo de Huayllabamba en el distrito Cuenca-Izcuchaca-Huancavelica es reducir el riesgo de fallas por los diversos aspectos que definen los defectos de deslizamiento. [...] El objetivo del estudio era garantizar la seguridad frente al riesgo. Es principalmente para mitigar estos riesgos en pendientes pronunciadas durante períodos de inundaciones y eventuales terremotos.

Según Gonzales, Ferrer, Ortuño, et al (2004, pág.18), “sostiene que los suelos se originaron en los macizos rocosos la cual es considerada la roca madre, producto de la acción de la erosión es dividida en tres fases: física, química y biológica”.

La morfología del terreno es heterogénea tanto en su dimensión vertical y horizontal, siendo el suelo un material complejo es necesario seguir una secuencia y metodología para poder realizar su estudio.

Según Crespo Villalaz, (2004 pg. 22), “los clasificaremos en 4 tipos: gravas, arenas, limos y arcillas, definiéndolos de la siguiente manera”.

**Gravas**, son partículas visibles con un diámetro superior a 2 mm. Al ser arrastradas por las corrientes del agua sufren deterioro en su forma lo que conlleva a que presenten una forma cóncava. Sus granos se observan directamente. Las gravas ocupan grandes extensiones de terreno.

Según Pajuelo, (2019, pág. 30), sostiene que los suelos arenosos están formados por arenas cuyas partículas son demasiado pequeñas, estos suelos no retienen mucha agua a diferencia de las arcillas

**Arenas**, son partículas que varían en un rango de 2mm y 0.05mm de diámetro. Sus granos aún son observables directamente. Al interactuar con el agua son separadas con facilidad sus partículas.

**Limos**, Según Nureña (2017) menciona:” [...] Consiste en partículas de aproximadamente 0,002 a 0,80 mm de tamaño. La sequedad no es adhesiva. Tienen menor resistencia a la fricción que la arena. Cuando están mojados, forman una buena unión y pueden cambiar su expansión y contracción volumétrica a medida que cambian [...] Características: • Menos viento. Drenar el agua de la bomba es casi imposible. En general, es un poco plástico. Partículas invisibles. En general, no tiene propiedades adhesivas. A partir de 0,002 mm, el porcentaje de minerales no arcillosos aumenta con el tamaño de grano. Toque crudo. Se seca relativamente rápido y no se pega a los dedos. La masa seca es más pegajosa, pero se puede triturar con los dedos.” Su diámetro está varía entre 0.05- 0.005 mm. Los limos al estar saturados no son resistentes. Logran retener el agua mejor que las partículas superiores. Los limos a no estar compactos su suelo se considera de baja calidad para cimentar.

**Arcillas**, está formada por partículas con diámetros inferiores a 0.005 mm. al interactuar con el agua su masa se vuelve plástica. Sus partículas tienen la característica de lograr absorber gran cantidad de agua, convirtiéndolos en los materiales más problemáticos para cimentar. La composición de su estructura es generalmente claro y complejo.

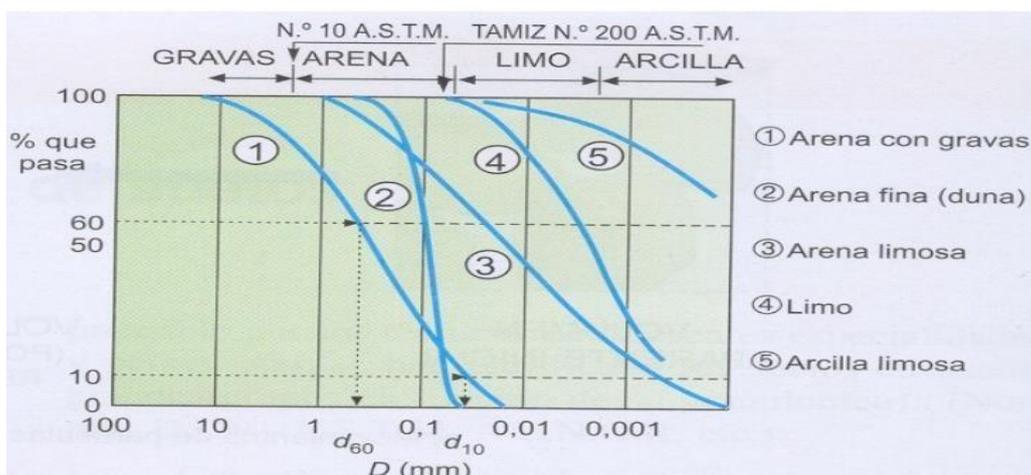


Figura 1. Distribución Granulométrica. Fuente: (Gonzales, 2004, p.22)

**Propiedades físicas**, su conocimiento es de fundamental importancia para llevar a cabo un estudio de mecánica de suelos, pues de los valores que arroje y de su adecuada interpretación se evaluará las propiedades del terreno bajo ciertas cargas.

Según Beltrán y Díaz (2018) mencionan: “El proyecto CHAVIMOCHIC es útil para la sociedad en todos los niveles de desarrollo, pero la parte que interactúa es el cambio en el atributo de la tierra circundante que se genera como resultado de estas actividades. [...] La metodología de Terzaghi, Meyerhof y Hansen en la capacidad de carga máxima permitida de los suelos afectados por variaciones en los niveles de agua subterránea. En estos estudios y análisis, encontramos que los niveles de agua subterránea alcanzaron una profundidad de 0,80 m y estos suelos. Se ha confirmado que la capacidad de carga de la planta es de 1,20 kg / cm<sup>2</sup>, mientras que la capacidad de carga marginal de la estimación de equilibrio admite 1,17 kg / cm<sup>2</sup> con capacidad de carga del suelo reducida cuando el nivel del agua subterránea se eleva a una profundidad de 0,40 m. Considerando la importancia de las ruinas de Chan Chan, las condiciones óptimas del suelo sugieren dos soluciones de ingeniería civil para mantener la superficie del agua subterránea profunda para no afectar las estructuras mencionadas anteriormente.

**Peso específico de masa**, también conocido como peso volumétrico, se denomina así al peso de dicho suelo contenido en una unidad de volumen. Como lo menciona el autor en su fórmula.

Según (Rodríguez 2019, pg.7), nos menciona lo siguiente:

Peso específico de masa:

$$Y_m = W_m / V_m$$

Donde:

$W_m$  = peso de masa

$V_m$  = volumen de masa

En esta ecuación no se toma en cuenta el peso del aire, ya que su peso se considera es poco significativo en relación con el peso del suelo y del agua.

Tabla 1. *Valores referenciales de pesos volumétricos*

Tipo de suelo	Ym t/m <sup>3</sup> , gr/cm <sup>3</sup>
arena	1.6-1.9
Arena con limo	1.6-1.9
Arena con arcilla	1.7-1.9
limo	1.6-1.9
arcilla	1.8-1.9
grava	1.8-2.0

Fuente: (Rodríguez, 2019, p.79)

**Peso específico de sólidos**, llamado también peso específico de las partículas como lo menciona el autor en su fórmula. Es el peso por unidad de volumen de la fase solida

Según (Rodríguez 2019, pg.7), nos menciona lo siguiente:

Peso específico de los sólidos:

$$Y_s = W_s / V_s$$

Donde:

W<sub>s</sub>= peso del solido

V<sub>s</sub>= volumen del solido

**Contenido de humedad.** Según Gonzales, Ferrer, Ortuño, et al (2004 pág.26), nos menciona lo siguiente: el Contenido de humedad es la relación entre el peso del agua y el peso de sus sólidos. Varía en un rango entre 5-8 % en gravas y arenas y entre 60-70% en suelos con presencia de arcilla.

$$W = (W_w / W_s) \times (100\%)$$

De donde:

W<sub>w</sub>= peso del líquido

W<sub>s</sub>= peso del solido

**Propiedades mecánicas**, dentro de dichas propiedades nos centraremos en la resistencia al corte del cual estudiaremos la fuerza de cohesión, el ángulo de fricción mediante el ensayo de Compresión Triaxial DC. Al alterar Cuando ocurre un estado inicial de deformación del suelo, puede causar fallas. Según Fernández (2015), afirma: "Los dos métodos, el método de prueba de corte directo y el método de prueba SPT, determinan la precisión de medición de la capacidad portante del suelo de la ciudad universitaria. En la prueba de cizallamiento directo, dado que la ruta de drenaje a través de la muestra es corta, las características de resistencia del compuesto se pueden confirmar rápidamente por comparación. Por lo tanto, es posible disipar la presión excesiva en el pozo más rápido que otras pruebas de tensión de drenaje. diversos parámetros geotécnicos del suelo, como tipo de suelo, estructura estratigráfica, etc. El número de golpes determina la densidad relativa, la penetrabilidad a diferentes profundidades y, lo más importante, su capacidad de carga. "

Según Tardeo y Zanabria (2016) menciona:" El propósito de este proyecto es determinar el factor de seguridad de taludes del análisis de diseño sísmico y buscar alternativas para mejorar la estabilidad de las estructuras ante amenazas geotécnicas de impacto estructural, especialmente la estabilidad de taludes. Minimizar el riesgo de fallas por ciertos aspectos diversos de fallas geotécnicas en el área de Huayllabamba de la región Cuenca-Izcuchaca-Huancavelica. ...] El propósito del estudio es garantizar la seguridad contra los peligros naturales de la posibilidad de deslizamientos de tierra a gran escala, principalmente en pendientes pronunciadas entre la luna de inundación y el último terremoto, estos riesgos se pueden reducir a un límite mínimo.

### **Ensayo de Compresión Triaxial CD**

OYOLA, Romer; OYOLA, Luis, (2018, pág. 2), Como se sabe, el esfuerzo cortante del suelo es un parámetro muy importante en la ingeniería de suelos. Debido a la capacidad de carga de las cimentaciones superficiales y profundas, la estabilidad de los taludes y los muros de contención comparten un valor común, especialmente en términos de resistencia al corte. Criterios de destrucción de Mohr-Coulomb Mohr (1900) publicó la teoría de la descomposición de la materia. Esta teoría indica que el material se rompe no solo debido al esfuerzo cortante máximo o normal, sino

también debido a combinaciones significativas de esfuerzo cortante y esfuerzo cortante normal. Por lo tanto, la relación entre el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante del plano de falla se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$\tau_f = f(\sigma)$$

Donde:

$\tau_f$  = esfuerzo cortante sobre el plano de falla

$\sigma$  = esfuerzo normal sobre el plano de falla

La envolvente será expresada como una ecuación en línea curva de falla. Para la mayoría de los problemas de mecánica del suelo, es suficiente estimar el esfuerzo cortante en la superficie del defecto como una función lineal del esfuerzo normal. Esto se llama el criterio de destrucción de Mohr-Coulomb que se muestra en la ecuación.

$$\tau_f = c + \sigma \tan(\varphi)$$

Donde:

$c$  = cohesión

$\varphi$  = ángulo de fricción interna

Cohesión: Palomino, A (2018, pág. 40), interpreta la cohesión como el conjunto de partículas del terreno que se mantienen unidas por fuerzas internas, conllevando a que el estrato del terreno presente mayor tenacidad, de acuerdo a lo expuesto por "Coulomb" existen materiales que no poseían esta propiedad por ser no friccionantes, ya que estos materiales no estaban sometidos a esfuerzo ( $\sigma=0$ ).

Ángulo de fricción: De acuerdo a (Das, 2001. pág.), se llegó a determinar algunas pruebas cambiando de posición la carga normal, por lo cual el ángulo de fricción se podrá hallar colocando una gráfica de  $s$  vs  $\sigma'$  para arena seca.

Además, dicho ángulo es muy importante para determinar la estabilidad de taludes, la capacidad portante, como también la resistencia al deslizamiento. Está expresado por la siguiente fórmula:

$$\phi = \tan^{-1}(s/\sigma')$$

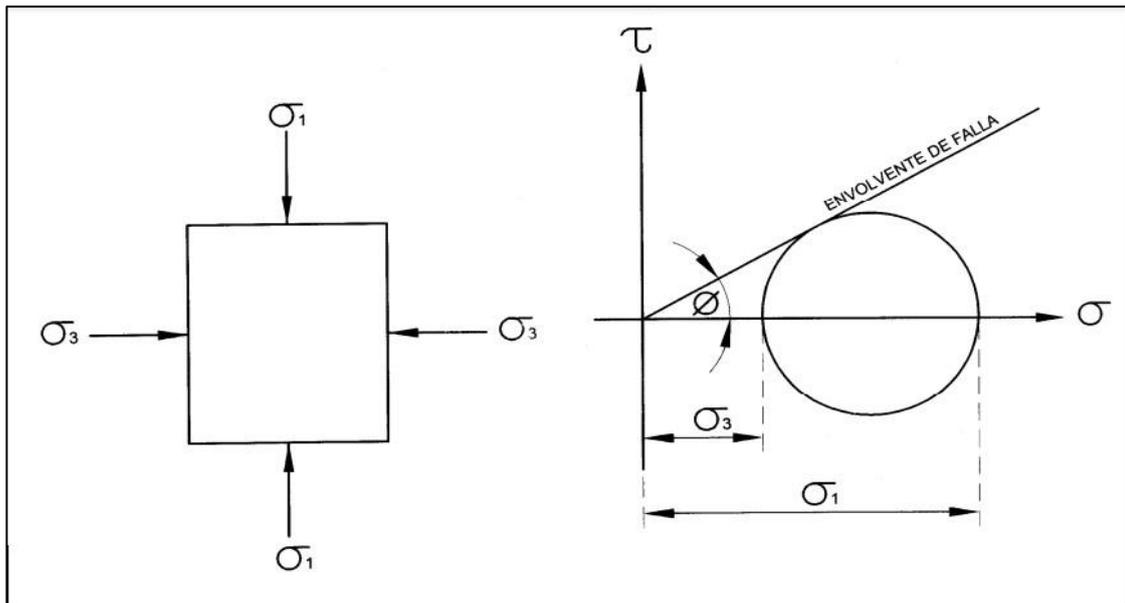


Figura 2. Comportamiento de las arenas ante fuerza cortante. Fuente: (Patzán, 2009)



Figura 3. Ensayo de compresión triaxial. Fuente: (Revista Arquitectura e Ingeniería, 2018, p. 4)

**Propiedades Químicas:** Dichas propiedades varían en tiempo, producto de la meteorización del material, las sustancias químicas que se logran eliminar con mayor rapidez y en mayor proporción son los cloruros y los sulfatos.

Según Salvador, Héctor (2017, pág. 21), para determinar la cantidad de cloruros solubles en una muestra del suelo o agregado, se le vierte una solución de 1ml de cromato de potasio como indicador, el cual lleva el nombre de nitrato de plata hasta que el cloruro de plata tome un color rojo a raíz del cromato de plata ( $Ag_2CrO_4$ ). De la misma forma define que la cantidad de sulfatos solubles, se basa en adicionar una solución diluida de cloruro de bario en una solución caliente de sulfato parcialmente acidificada mediante el ácido nítrico, el análisis se lleva a cabo en un medio ácido para prevenir la formación de sales de bario.

La capacidad portante de los suelos, tiene como objetivo demostrar los parámetros que se usaran para encontrar la capacidad del terreno para soportar las cargas de la cimentación, con lo cual se obtendrá los parámetros de cálculo y diseño.

Villalaz, (2004, pg. 292), define que la capacidad admisible en una cimentación es la fuerza que puede ser aplicada sin causar deformaciones en la estructura. Un correcto estudio del suelo donde se pretende levantar una construcción facilita al ingeniero los datos necesarios para determinar el tipo y el diseño más apropiado y económico de la edificación.

Capacidad de carga límite o capacidad última de carga, para el autor que se presenta a continuación menciona que: Según Rodríguez, (2019 pág. 126), "la capacidad límite de carga ( $q_d$ ), es el mayor empuje que se puede aplicar a la cimentación sin que presente anomalías".

Finalmente, se deduce que la capacidad de carga límite es la presión ejercida por la estructura hacia el terreno que no produce fallas en el suelo ni en la cimentación, pero podría causarlas.

$$q_u = (q_{adm})(F_s)$$

Donde:

$q_u$  = Capacidad de carga límite o capacidad última de carga

$q_{adm}$  = Capacidad de carga admisible

$F_s$  = Factor de seguridad

Según González y Pesántez (2015) mencionan: "Se realizaron cuatro pruebas triaxiales integradas (CU) sin drenaje en muestras comprimidas utilizando energías Proctor estándar y condiciones de densidad seca y humedad cercanas a la densidad seca máxima de la cantidad óptima de humedad y energía de

compresión. Prueba de drenaje triaxial integrada después de la presión y la saturación de la muestra. Todas las muestras analizadas se comprimieron a una densidad seca y un contenido de agua cercano al contenido óptimo de agua de máxima densidad seca y energía este valor). (Bajo) siempre comprime al menos el 95% de la energía estándar de Proctor). Los contornos de Consolidación de Drenaje (CD) obtenidos con la prueba de Consolidación Triaxial No Drenada (CU) son los resultados de 4 pruebas que utilizan mediciones de poros hidrostáticos. Este tipo se construyó utilizando gráficos ( $p'$  y  $q'$ ) para un uso más preciso del uso de  $c_{CD}$ . y los parámetros de resistencia  $\Phi_{CD}$ . Si se requieren cálculos de Chojampe 2, las integrales se obtienen a partir de tres condiciones de carga (construcción completa, puesta en servicio y descarga rápida), contornos de prueba de compresión triaxial sin drenaje para la estabilización del techo de la presa. En las mediciones paramétricas (CU) y el número de vacíos, la presión es ( $c_{CDy}$ ), CD), y dado que la resistencia al corte es de hecho cercana a la resistencia a la corte obtenida de la prueba de drenaje triaxial integrada, el factor de seguridad es de hecho calculado sin tener en cuenta el efecto sísmico. Podemos concluir que una mayor capacidad de carga admisible.

Según Rodríguez, (2019 pág. 126),” define que la capacidad de carga admisible ( $q_{adm}$ ) es la máxima presión que se le ejerce al suelo considerando un factor de seguridad”.

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

Dónde:

$q_u$ = capacidad de carga límite o última

$F_s$ = factor de seguridad

El factor de seguridad hace referencia a un valor que se utilizara al momento de analizar la capacidad portante del suelo para diseñar una cimentación superficial. Según el capítulo 3, numeral 3.3, de la Norma Técnica de Edificaciones (E.050) recomienda ciertos valores de seguridad para diseñar una cimentación:

- Cargas estáticas: 3,0
- Solicitación máxima de sismo o viento :2,5

Según Bravo y Huapaya (2019) mencionan: “Los cimientos son responsable de transmitir cargas vivas, muertas, sísmicas o de viento desde las estructuras al suelo. La característica de estos elementos es que existen dos zonas, el área en contacto con la estructura (pilar) y el área en contacto con el suelo (cimentación). Dado que la parte superior de la base tiene un área más pequeña que la parte inferior y es el área que recibe la carga de la estructura, la fuerza recibida se dispersa fácilmente sobre el suelo y el valor de la tensión es bajo. Puede apoyarse en el suelo. Una base de superficie es una base mantenida a poca profundidad con un gradiente de 0.00, y NTP E.050 indica que la base de la superficie satisface que la profundidad de la base dividida por el ancho es: Similar a 5 [...] Poco profunda Los cimientos pueden ser flexibles o rígidos, losas de cimentación y zapatas. Las zapatas, a su vez, pueden variar en zapatas corridas, zapatas aisladas y zapatas combinadas, si fuera necesario, estas zapatas pueden estar conectadas por una viga de cimentación para mejorar la distribución de esfuerzos. En el Perú la profundidad mínima para las losas de cimentación en dos direcciones es de 40 centímetros y para el resto de cimientos superficiales es de 80 centímetros [...]”

**Tipos de fallas:** Dichas fallas por la capacidad de carga se originan debido a la rotura por corte del estrato que se encuentra bajo la cimentación desplantada, de la cual se puede producir tres tipos de falla: falla por corte general, falla por punzonamiento y por falla de corte local.

Según, Patzán (2009), sostiene Los defectos de deslizamiento generalmente ocurren en arena dura y arcilla dura, la característica principal es una superficie de defecto continua que comienza en el borde de la base y desciende a la superficie del suelo. El tratamiento de daños se da en suelos bastante sueltos y, a diferencia de los cortes convencionales, este daño no se propaga, pero la compactación del suelo se produce de forma inmediata y se mantiene el equilibrio vertical y horizontal de la cimentación, con poca visibilidad de obstáculos. Falló debido al truncamiento local. Este fenómeno ocurre cuando la capacidad de carga es máxima. Este freno está sujeto a los habituales frenos de punzonado y corte.

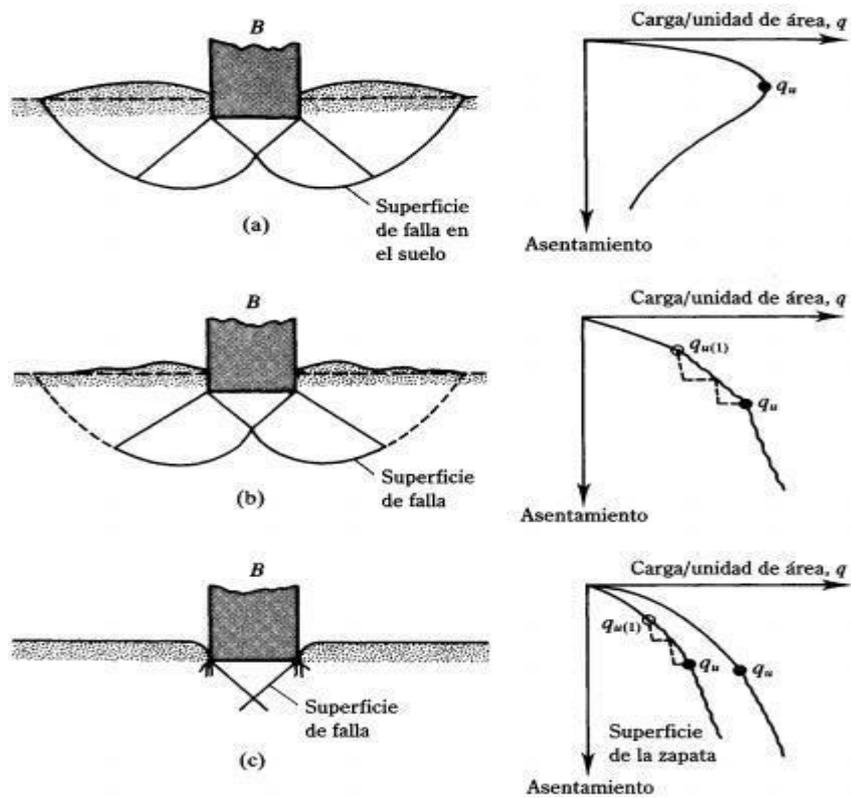


Figura 4. Fallas capacidad de carga. Fuente: (Palomino 2018)

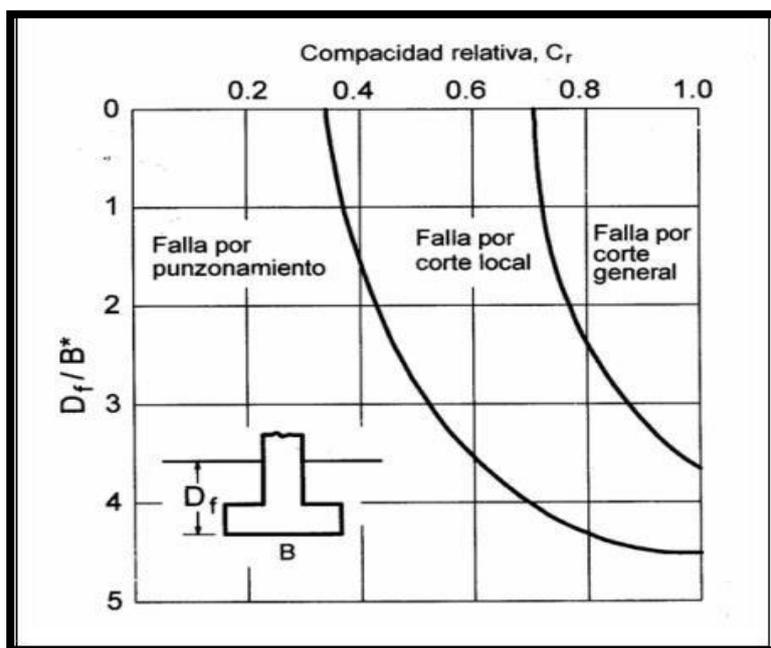


Figura 5. Modos de falla de cimentaciones en arena. Fuente: (Patzan, 2009)

Según Rodríguez (2019, p. 127), una prueba de corte directo es una prueba de corte. Aplique presiones longitudinales y transversales a tres muestras de suelo para evaluar la resistencia al corte. Cuando se aplica una presión vertical de 0,5 kg / cm<sup>2</sup>, la primera muestra falla debido a la tensión normal (t1) y la segunda muestra superior (t2) y por último la tercera muestra cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas.

**Criterio de rotura.** Según Gonzales, Ferrer, Ortuño, et al (2004 p.74) define que la resistencia al corte de un suelo depende de la presión del fluido que llena los poros y no debe tratarse como un único parámetro de factor de estrés. El método más estudiado se basa en el método propuesto por Coulomb. Conecta la tensión normal efectiva a la tensión tangencial que actúa sobre todas las superficies. Este criterio especifica que en suelo saturado la resistencia al corte se le aplica un esfuerzo de compresión de 1.5 kg/cm<sup>2</sup> el cual llega a fallar con una cortante (t3). Con lo cual se realiza la gráfica de ruptura.

Tipos de cimentaciones. Toda estructura ha de apoyarse en el terreno necesariamente, sin embargo, en comparativa con los demás materiales de construcción como el acero o el hormigón, el suelo presenta menor resistencia y por ende es más deformable, por ello se debe efectuar un correcto diseño de cimentación. Definiendo cimentaciones directas: zapatas y losas.

Cimentaciones superficiales, según Vilela, América (2020, p.18), la define como un elemento estructural de sección transversal, su función radica en que se encarga de trasladar la carga de la estructura a una profundidad del suelo < 4m, dichas cimentaciones se apoyan principalmente en las capas poco profundas.

Posee 2 características principales para su desarrollo y función las cuales son: la primera consiste en que debe ser capaz de resistir la falla por corte general y la otra es que no puede generar un asentamiento fuera de los límites establecidos. Las zapatas aisladas según Rodríguez (2019 pág. 141), es tomada como ejemplo para realizar el diseño de los otros cimientos. Se basa en determinar algunos datos importantes como el pre dimensionamiento y su respectivo diseño aisladas. Se calculan las dimensiones en planta (Ax B), el peralte (H) y el acero (Asx y Asy).

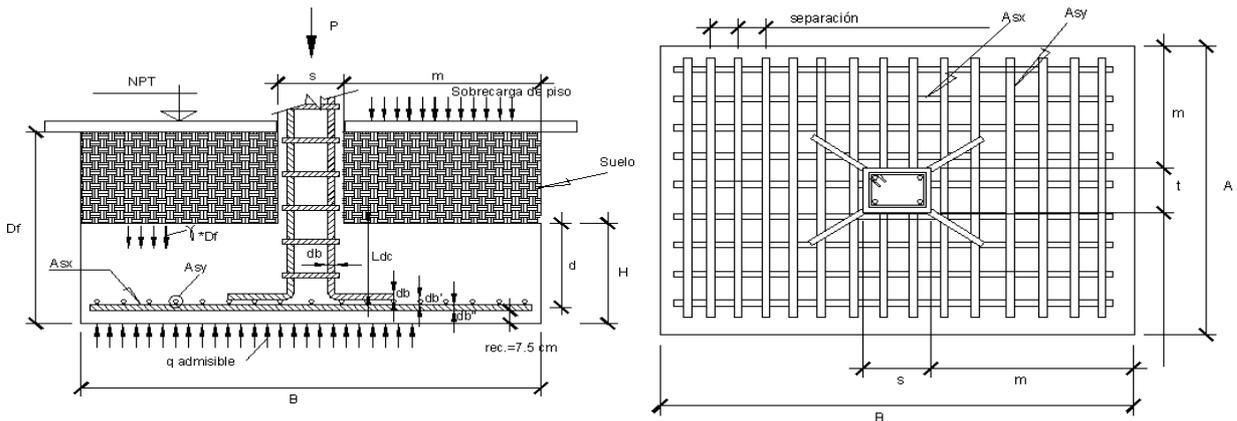


Figura 6. Planta y elevación de zapata aislada. Fuente: (Rodríguez, 2019, p.141)

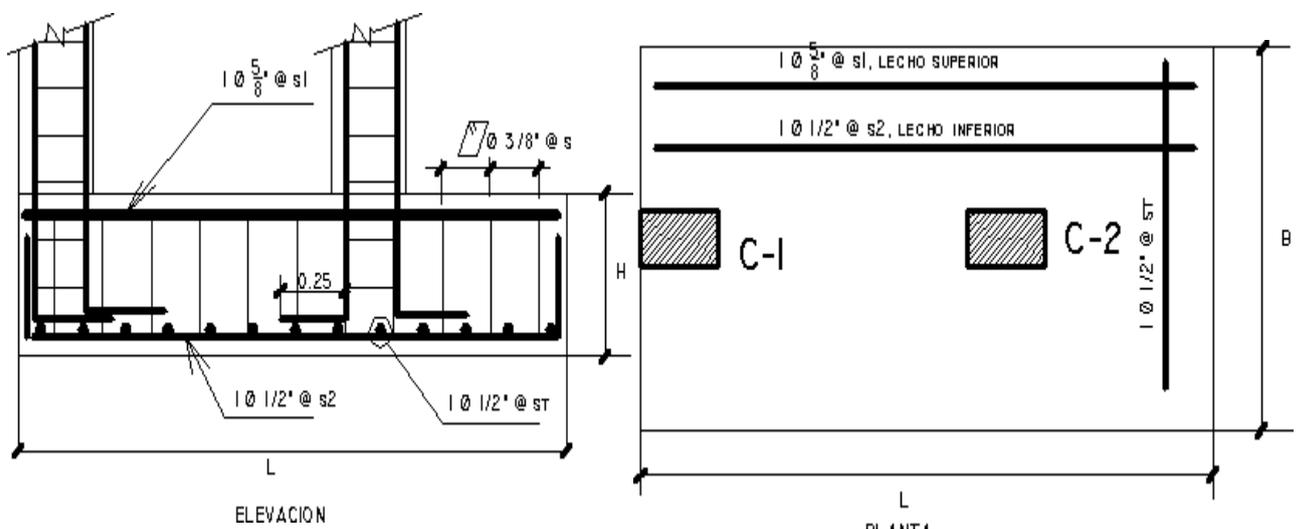


Figura 7. Planta y elevación de zapata combinada. Fuente: (Rodríguez, 2019, p.143)

Del mismo modo Rodríguez (2019 pág.143), define en qué momento se utiliza una Zapata combinada, su utilización depende de la distancia de las columnas. Si encontráramos una columna de borde y otra en el centro es necesario dotarle de un volado con la intención de que su resultante converja en el centro de la zona de la zapata.

Del mismo modo Rodríguez (2019 pág.143), Zapatas Conectadas su estructura se basa en que están unidas por una viga de conexión, la cual cumple la función de evitar desplazamientos verticales y laterales. Consiste en dos zapatas unidas por vigas de conexión. Esta viga trata de impedir principalmente el desplazamiento lateral y vertical de las zapatas. Se recomienda que en zonas sísmicas debe colocarse en ambas direcciones.

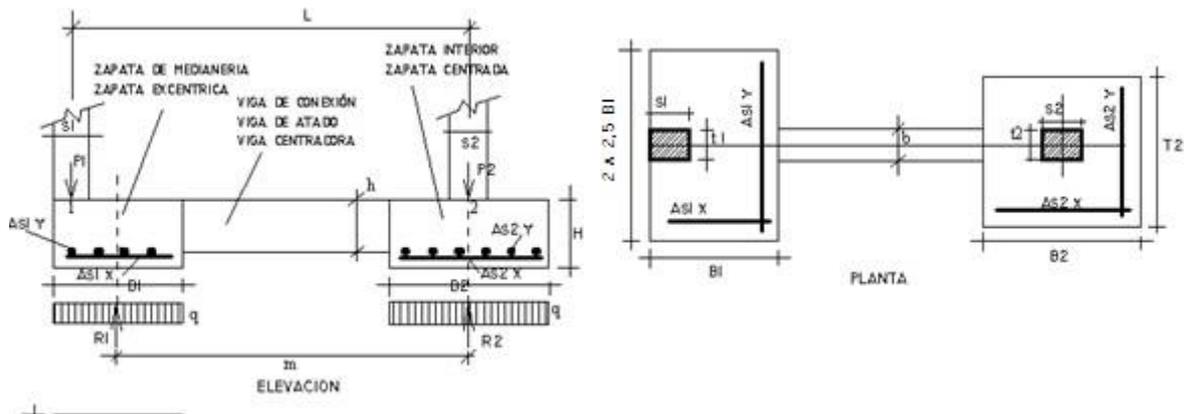


Figura 8. Planta y elevación zapata conectada. Fuente: (Rodríguez, 2019, p.144)

**Métodos de cálculo**, para determinar la capacidad de carga ultima se trabajará con dos teorías, dichas teorías están relacionadas directamente con la falla por corte.

**Teoría de Karl Terzaghi:** según el comentario del autor al final, dicha teoría se aplica a suelo que presenta las propiedades de fricción y cohesión. El impacto de la mecánica de suelo es de vital importancia para el cálculo de la capacidad portante, tanto para cimentaciones superficiales, como para cimentaciones profundas. La falla por corte implica la rotura total del suelo.

De acuerdo con (Patzán, 2009, pp. 94-95), Karl Terzaghi propuso las siguientes ecuaciones para determinar la capacidad de carga ultima relacionado a su falla.

**Para una cimentación corrida:**

$$qu = cNc + qNq + 1/2\gamma \cdot B \cdot Ny$$

Donde:

C = cohesión del suelo

Y = Peso específico del suelo

Q = Df. y

Df = Profundidad de desplante de la cimentación

Nc, Nq, Ny = factores de capacidad de carga (son adimensionales y se encuentran en función del ángulo de fricción del suelo,  $\phi$ ).

Los factores de capacidad portante, que guarda relación con la cohesión, sobrecarga y el peso del suelo donde se desplanta la estructura, tiene la siguiente expresión:

$$Nc = \cot \phi (Nq - 1)$$

$$Nq = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)\tan\phi}}{2\cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$Ny = \frac{1}{2} \left( \frac{kpy}{\cos^2\phi} - 1 \right) \tan\phi$$

Dónde:  $Kpy = 3 \cdot \tan^2(45 + \phi + 33)$  = coeficiente de empuje pasivo (aprox. de Husain)

Tabla 2. Coeficientes de empuje pasivo para la ecuación de Terzaghi

$\phi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Kp	10.	12.	14.	18.	25.	35.	52.	82.	141.	298.	800.
y	8	2	7	6	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: (Pajuelo, 2018, p.47).

A continuación, veremos los valores de factores de carga para las expresiones dadas por Karl Terzaghi en la Tabla N°3

Tabla 3. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

$\Phi$	Nc	Nq	Kpy	NY	$\Phi$	Nc	Nq	Kpy	NY
<b>0</b>	5.7	1	10.18	0	<b>26</b>	27.01	14.21	39.01	11.53
<b>1</b>	6	1.1	10.61	0.08	<b>27</b>	29.24	15.9	41.78	13.15
<b>2</b>	6.3	1.22	11.07	0.18	<b>28</b>	31.61	17.81	44.85	15.03
<b>3</b>	6.62	1.35	11.56	0.28	<b>29</b>	34.24	19.98	48.26	17.21
<b>4</b>	6.97	1.49	12.07	0.39	<b>30</b>	37.16	22.46	52.05	19.75
<b>5</b>	7.34	1.64	12.61	0.51	<b>31</b>	40.41	25.28	56.29	22.71
<b>6</b>	7.73	1.81	13.19	0.65	<b>32</b>	44.04	28.52	61.04	26.2
<b>7</b>	8.15	2	13.8	0.8	<b>33</b>	48.09	32.23	66.4	30.33
<b>8</b>	8.6	2.21	14.44	0.96	<b>34</b>	52.64	36.5	72.48	35.23
<b>9</b>	9.09	2.44	15.13	1.15	<b>35</b>	57.75	41.44	79.4	41.08
<b>10</b>	9.6	2.69	15.87	1.35	<b>36</b>	63.53	47.16	87.33	48.11
<b>11</b>	10.16	2.98	16.65	1.58	<b>37</b>	70.07	53.8	96.49	56.62
<b>12</b>	10.76	3.29	17.49	1.84	<b>38</b>	77.5	61.55	107.13	67
<b>13</b>	11.41	3.63	18.38	2.12	<b>39</b>	85.97	70.61	119.59	79.77

<b>14</b>	12.11	4.02	19.33	2.44	<b>40</b>	95.66	81.27	134.31	95.61
<b>15</b>	12.86	4.45	20.36	2.79	<b>41</b>	106.81	93.85	151.89	115.47
<b>16</b>	13.68	4.92	21.46	3.19	<b>42</b>	119.67	108.75	173.09	140.65
<b>17</b>	14.56	5.45	22.65	3.63	<b>43</b>	134.58	126.5	198.99	173
<b>18</b>	15.52	6.04	23.92	4.13	<b>44</b>	151.95	147.74	231.1	215.16
<b>19</b>	16.56	6.7	25.3	4.7	<b>45</b>	172.29	173.29	271.57	271.07
<b>20</b>	17.69	7.44	26.8	5.34	<b>46</b>	196.22	204.19	323.57	346.66
<b>21</b>	18.92	8.26	28.42	6.07	<b>47</b>	224.55	241.8	391.94	541.28
<b>22</b>	20.27	9.19	30.18	6.89	<b>48</b>	258.29	287.85	484.34	600.15
<b>23</b>	21.75	10.23	32.1	7.83	<b>49</b>	289.72	344.64	613.53	819.31
<b>24</b>	23.36	11.4	34.19	8.9	<b>50</b>	347.51	415.15	801.95	1155.97
<b>25</b>	25.13	12.72	36.49	10.12					

Fuente: (Pajuelo, 2018, pp. 47,48).

Según sea la cimentación cuadrada o circulares la ecuación puede modificarse:

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y \text{ (Cimentación cuadrada)}$$

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_y \text{ (Cimentación circular)}$$

Donde:

B, es el ancho de cada lado de la cimentación cuadrada, en el caso de cimentaciones circulares B, vendría a tomar el valor del diámetro de la cimentación.

Para la falla de corte local del suelo. Las siguientes formulas son para falla por corte local, el doctor Terzaghi sugirió modificar:

$$C' = 2/3 c$$

$$q_u = N'_c + qN'_q + 0.3 \gamma BN'_y \text{ (cimentación corrida)}$$

$$q_u = 0.867 cN'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_y \text{ (cimentación cuadrada)}$$

$$q_u = 0.867 cN'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_y \text{ (cimentación circular)}$$

A continuación, veremos los valores de factores de carga para las expresiones modificadas por Karl Terzaghi en la tabla N°4

Tabla 4. Factores de capacidad modificados por falla por corte local de Therzaghi.

$\Phi$	$Nc'$	$Nq'$	$Kpy'$	$NY'$	$\Phi$	$Nc'$	$Nq'$	$Kpy'$	$NY'$
0	5.7	1	10.18	0	26	15.53	6.05	23.94	4.14
1	5.9	1.07	10.46	0.06	27	16.3	6.54	24.96	4.56
2	6.1	1.14	10.76	0.11	28	17.13	7.07	26.06	5.02
3	6.3	1.22	11.07	0.18	29	18.03	7.66	27.24	5.54
4	6.51	1.3	11.39	0.24	30	18.99	8.31	28.5	6.11
5	6.74	1.39	11.73	0.31	31	40.41	9.03	29.87	6.74
6	6.97	1.49	12.07	0.39	32	20.03	9.82	31.34	7.45
7	7.22	1.59	12.43	0.47	33	22.39	10.69	32.93	8.25
8	7.47	1.7	12.81	0.56	34	23.72	11.67	34.66	9.14
9	8.02	1.82	13.2	0.65	35	25.18	12.75	36.54	10.15
10	8.02	1.94	13.61	0.75	36	26.77	13.97	38.6	11.3
11	8.32	2.08	14.04	0.86	37	28.51	15.32	40.85	12.6
12	8.63	2.22	14.49	0.98	38	30.42	16.85	43.32	14.08
13	8.96	2.38	14.96	1.1	39	32.53	18.56	46.05	15.78
14	9.31	2.55	15.45	1.24	40	34.87	20.5	49.07	17.74
15	9.67	2.73	15.97	1.38	41	37.87	22.7	52.42	20
16	10.06	2.92	16.51	1.54	42	37.45	25.21	56.17	22.63
17	10.47	3.13	17.08	1.71	43	40.33	28.06	60.38	25.71
18	10.9	3.36	17.68	1.9	44	43.53	31.34	65.13	29.33
19	11.36	3.61	18.31	2.1	45	47.13	35.11	70.51	33.62
20	11.85	3.88	18.98	2.32	46	51.17	39.48	76.65	38.72
21	12.37	4.17	19.69	2.56	47	60.91	44.54	83.72	44.86
22	12.92	4.48	20.44	2.82	48	66.8	50.46	91.9	52.3
23	13.51	4.82	21.23	3.1	49	73.55	57.41	101.45	61.4
24	14.14	5.2	22.08	3.42	50	81031	65.6	112.7	72.63
25	14.81	5.6	22.98	3.76					

Fuente: (Pajuelo, 2018, pp. 50-51).

**Teoría de George Meyerhof**, esta teoría toma en referencia los esfuerzos cortantes producidos encima del nivel de desplante de la cimentación. Dicha falla asumida por dicho autor se muestra a continuación:

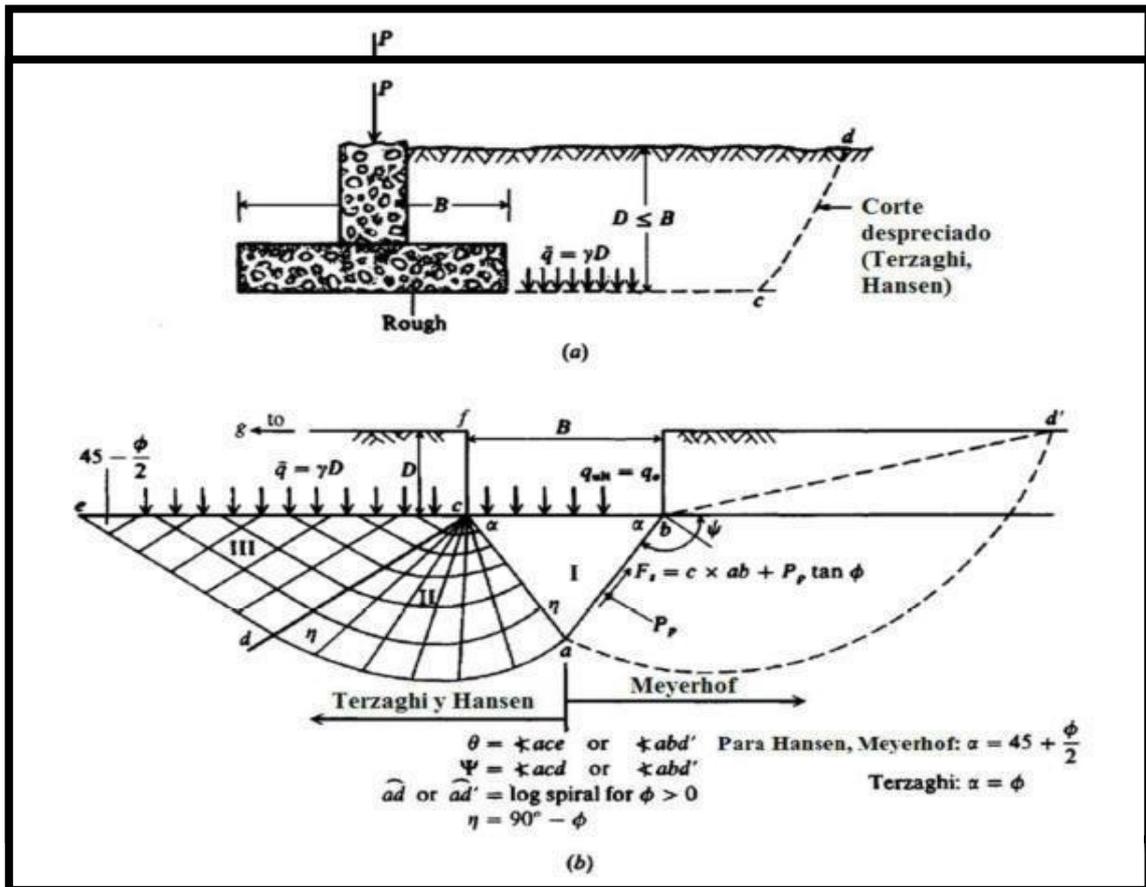


Figura 9. Cimentación superficial con base rugosa. Fuente: (Pajuelo, 2018, p.52).

**Ecuaciones de Meyerhof**, según lo citado por Pajuelo, Armando (2018, pág. 111, pag.112, pág. 113). Diseño geotécnico de la cimentación del mercado modelo villas de ancón distrito de Ancón.

**Para carga vertical:**

$$q_u = cN_c S_{cd} + qN_q s_{qd} + 0.5\gamma B N_\gamma s_{y d}$$

**Para carga inclinada:**

$$q_u = cN_c d_c S_c i_c + qN_q S_{qd} i_q + 0.5\gamma B N_\gamma S_y d_y i_y$$

**Factores de capacidad de carga:**

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + 0.5\phi)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Factores de forma, para encontrar la capacidad portante última de las cimentaciones tanto rectangulares como circulares de lados B y L, dichos valores se deberán multiplicar con sus respectivos factores:

$$S_c = 1 + 0.2 K_p B/L, \text{ para cualquier valor de } \varphi$$

$$S_q = S_y = 1 \quad \text{si } \varphi = 0^\circ$$

$$S_q = S_y = 1 = 1 + 0.1 K_p B/L, \text{ para } \varphi > 10^\circ$$

### **Factores de profundidad**

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p D_f/B}, \text{ para cualquier valor de } \varphi$$

$$d_q = d_y = 1 + 0.12 \sqrt{K_p D_f/B}, \text{ para } \varphi > 10^\circ$$

$$d_q = d_y = 1, \text{ para } \varphi = 0$$

### **Factores de inclinación:**

$$I_c = I_q = \left(1 + \frac{\phi}{90}\right)^2, \text{ para cualquier valor de } \varphi$$

$$I_y = I_q \left(1 - \frac{\phi}{90}\right)^2 \text{ para cualquier valor de } \varphi > 10$$

$$Y = 0 \text{ para cualquier valor de } \varphi = 0$$

### **Asentamiento diferencial**

Según Puma, Pantoja (2015) menciona: “La licuefacción de materiales granulares, especialmente la licuefacción de materiales formadores de depósitos de tanques convencionales producidos por carga hidráulica, es uno de los mecanismos de falla de la mina de desechos. Esto ocurre a menudo debido a los depósitos sísmicos de Gwangmi, especialmente en Gwangmi, donde hay un alto contenido de agua y el material no es cohesivo. De acuerdo con la información disponible, es posible distinguir ambos tipos de daños que un terremoto puede causar en pendientes de origen natural o antropogénico. [...] El principal motivo de este trabajo es el sedimento. Se puede ver que, debido a las características sísmicas de Corea, hay mucho daño causado por los terremotos y hay mucho daño por la licuefacción del suelo.”

Asentamiento y teoría de la elasticidad, de acuerdo a Morales, (2018 pág. 55), dicha teoría se utilizará cuando se considere al suelo como un agregado homogéneo, isotrópico y linealmente elástico para poder encontrar las

deformaciones que resultan de la masa de suelo cuando se le aplica carga. Por tal motivo es importante conocer sus deformaciones verticales dicho en otras palabras los asentamientos. Para encontrar la respuesta al problema por asentamientos se toma como referencia la teoría de la elasticidad con lo cual se utilizará el módulo de elasticidad y la relación de poisson.

Según Morales, (2018 pág. 57), “afirma que los asentamientos de una cimentación se desarrollan en dos etapas correspondientemente: el asentamiento inmediato y el asentamiento por consolidación tanto primaria como secundaria. El asentamiento total se halla de la siguiente manera”:

$$S_{\text{total}} = S_i + S_{cp} + S_{cs}$$

Donde:

$S_i$ = Asentamiento elástico

$S_{cp}$ = Asentamiento por consolidación primaria

$S_{cs}$ =Asentamiento por consolidación secundaria

Según con la teoría del autor el asentamiento total que experimenta el suelo es la suma de tres procesos de asentamiento los cuales son: asentamiento inmediato, asentamiento primario y asentamiento secundario, los cuales son de diferente magnitud según los tipos de suelos.

**Asentamiento inmediato**, según Lima y Huayna, (2015 pág. 34), este fenómeno es generado por la deformación elástica como consecuencia de tener suelos secos Suelo húmedo saturado sin evidencia de cambios en el contenido de agua. El cálculo del asentamiento inmediato se basa en una ecuación derivada de la teoría elástica.

Según Palomino, A (2018, pág. 51), sostiene la siguiente interpretación: que, en arcillas duras, arenas y suelos no saturados presentan las siguientes características.

- Suelos no saturados, arena y arcillas duras  $ST=S_i$
- Arcillas saturadas  $ST=SCP$
- Suelos deformables  $ST=SCP+SCS$

$$S_i = q \cdot B (1 - u^2) \cdot I_f / E_s$$

Donde:

$S_i$ = Asentamiento inicial(cm)  $U$ = Relación de poisson (-)

$E_s$ = Modulo de elasticidad(ton/m<sup>2</sup>)  $I_f$ = Factor de forma(cm/m)

$Q$ = Presión de trabajo(ton/m<sup>2</sup>)  $B$ =Ancho de la cimentación

Tabla 5. *Asentamientos permitidos*

Asentamiento máximo $\rho$	mm
Arena	32
Arcilla	45
Asentamiento diferencial máximo	mm
Fundaciones aisladas en arena	51
Fundaciones aisladas en arcilla	76
Distorsión angular máxima; n	1/300

Fuente: (Palomino, 2018, p.50)

Tabla 6. *Módulo de elasticidad según tipo de suelo.*

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>Es(ton/m<sup>2</sup>)</b>
ARCILLA MUY BLANDA	30-300
BLANDA	200-400
MEDIA	450-900
DURA	700-2000
ARCILLA ARENOSA	3000-4250
SUELOS GRACIARES	1000-16000
LOESS	1500-6000
ARENA: LIMOSA	500-2000
ARENA: SUELTA	1000-2500
DENSA	5000-10000
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000-20000
GRAVA ARENOSA: SUELTA	5000-14000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000-140000
LIMOS	200-200

Fuente: Módulo de elasticidad (Palomino, 2018, p.52)

Tabla 7. Relación de Poisson

TIPO DE SUELO	$\mu$ (-)
Arcilla saturada	0.4-0.5
Arcilla no saturada	0.1-0.3
Arcilla arenosa	0.2-0.3
Limo	0.3-0.35
Arena: densa	0.2-0.4
Arena densa de grano grueso	0.15
Arena densa de grano fino	0.25
Roca	0.1-0.4
Loess	0.1-0.3
Hielo	0.36
concreto	0.15

Fuente: (Palomino, 2018, p.53)

Tabla 8. Factor de forma

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE $I_f$ (cm/m)			
	CIM.FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACIÓN	CENTRO	ESQ.	MEDIO	-----
RECTANGULAR	153	77	130	120
L/B=2	210	105	183	170
L/B=5	254	127	225	210
L/B=10				
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

Fuente: (Palomino, 2018, p.54)

Para el análisis del asentamiento se tomará en cuenta el coeficiente de balasto, el cual será introducido en el programa de SAFE 2020

Según Cortés, Jonathan (2010, pág. 13), define el coeficiente de balasto como una relación entre la presión ejercida sobre el suelo y la deformación que experimenta siendo más claros el asentamiento producido.

$$K_s = q / \delta$$

Donde:

KS = Coeficiente de balasto.

q = Esfuerzo que se ejerce sobre el suelo.

$\delta$  = Asentamiento producto del esfuerzo aplicado.

Otro modo de determinar el coeficiente de balasto es la siguiente formula:

**Para suelo arenoso:**

$$K = K_{s30} \left( \frac{B + 30}{2B} \right)^2$$

**Para suelo arcilloso:**

$$K = K_{s30} \left( \frac{30}{B} \right)^2$$

Donde:

K = Coeficiente de balasto de la cimentación de ancho B(kg/cm<sup>3</sup>).

B = Ancho de cimentación.

KS30 = coeficiente de Balasto de la placa de 30 cm (kg/cm<sup>3</sup>)

Tabla 9. Valores propuestos de coeficientes de balastro KS30

Tipo de suelo	Módulo de deformación E <sub>o</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de Balasto K <sub>s30</sub> (kg/cm <sup>3</sup> )
Suelo fangoso	11,00 a 33,00	0,50-1,50
Arena sea o húmeda, suelta (NSPT 3 a 9)	0,16H -0,48H	1,20-3,60
Arena seca o húmeda, media (NSPT 9 a 30)	0,48H-1,60H	3,60-12,00
Arena seca o húmeda, densa (NSPT 30 a 50)	1,6H-3,20H	12,00-24,00
Grava fina con arena fina	1,07H-1,33H	8,00-10,00
Grava media con arena fina	1,33H-1,6H	10,00-12,00

Grava media con arena gruesa	1,6H-2,00H	12,00-15,00
Grava gruesa con arena gruesa	2,00H-2,66H	15,00-20,00
Grava gruesa firmemente estratificada	2,66H-5,32H	20,00-40,00
Arcilla blanda (qu 0,25 a 0,50 kg/cm <sup>2</sup> )	15-30	0,65-1,30
Arcilla media (qu 0,50 a 2,00 kg/cm <sup>2</sup> )	30-90	1,30-4,00
Arcilla compacta (qu 2,00 a 4,00 kg/cm <sup>2</sup> )	90-180	4,00-8,00
Arcilla dura (qu 4,00 a 10,00 kg/cm <sup>2</sup> )	180-480	8,00-21,00

---

Fuente: (Cortés, 2010, p.17)

**Asentamiento por consolidación primaria**, Según Escobar (2018) menciona:” [...] Se identificó luego de la construcción fallas ocurrida en la zona de las columnas del lado oeste del complejo deportivo en Ampas, al constituirse a la obra se pudo apreciar que las columnas del lado oeste del complejo deportivo habían sufrido asentamientos y volteos. Por tal motivo se realizó la evaluación de la cimentación y se realizó el estudio de suelo a mayor profundidad para determinar los parámetros de diseño de cimentaciones de las estructuras que conforman el proyecto, para que estas sean edificadas sobre el terreno con las recomendaciones correspondientes[...] Existe correlación entre la variable de diseño de cimentación y estudios de suelo obteniendo un coeficiente de correlación ( $R= 0.829$ ), Asimismo la correlación entre La evaluación de cimentación y el estudio de suelo es de ( $r = -0.784$ ), finalmente entre el tipo de cimentación y el estudio de suelo se encontró que la correlación es ( $r = 0.896$ ) Se concluye que existe correlación alta entre las variables diseño de cimentación y estudios de suelo en el mini complejo deportivo del Centro poblado de Ampas- 2018.”

**Asentamiento por consolidación secundaria**, Según Mejía y Benites (2015) mencionan que:” Si el suelo estructural contiene una capa de arcilla, tome todas las precauciones necesarias para evitar un hundimiento excesivo de la estructura. El asentamiento ocurre debido a la integración gradual de la arcilla. Inesperadamente, en muchos casos, la compresibilidad de la capa de arcilla recibió mucha atención debido al efecto considerable que puede producir. Por lo tanto, se han desarrollado métodos y teorías que pueden estimar el tamaño y la distribución de los agregados y el proyecto de fondo está sujeto a cambios si se considera excesivo. Tomar precauciones para evitar ser afectado [...] La investigación para el fortalecimiento de suelos finos ha sido un tema de interés para investigadores de renombre mundial durante décadas. Terzaghi (1925) introdujo por primera vez el término integrado y lo definió de la siguiente manera: Debido al aumento de la tierra, habrá una gran disminución durante un período de tiempo. [...]

**Criterios de asentamiento**, Según Morales, (2018 pág. 59), La Norma E.050 Suelos y Cimentaciones requiere que todos los EMS demuestren un asentamiento aceptable del tipo de estructura que se va a construir. La mayoría de las estructuras pueden soportar ligeras deformaciones porque permiten cierto asentamiento sin afectar la función. La teoría del autor proporciona parámetros

específicos a tener en cuenta a la hora de aplicar suelo y sustrato según la norma peruana E.050. de los asentamientos diferenciales que tiene que tener en cuenta al momento de diseñar una estructura, en relación al tipo de terreno y las propiedades que este posee.

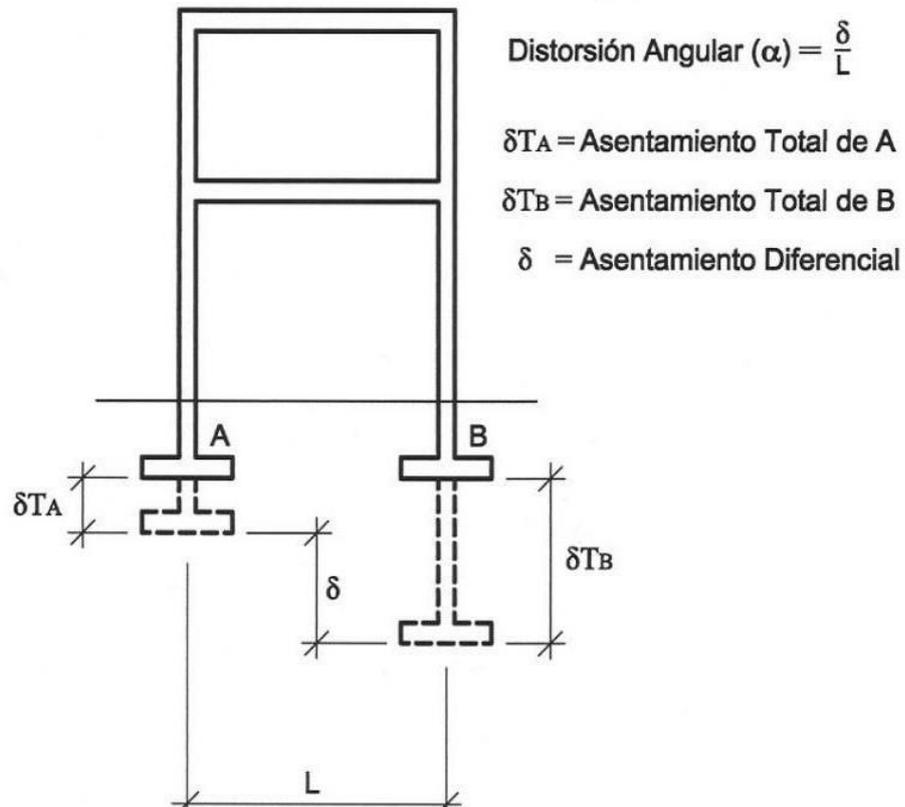


Figura 10. Asentamiento diferencial. Fuente (Morales, 2018, p.60)

Tabla 10. *Distorsión angular*

$\alpha=\delta /L$	Descripción
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentado sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/650	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: (Norma E.050, p. 24)

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo Y diseño de Investigación

**Tipo de investigación,** Se afirma que este presente trabajo es de tipo de investigación aplicada, ya que está enfocado en la aplicación y utilización de conocimientos con el fin de satisfacer una determinada necesidad, proporcionando una solución al problema.

**Diseño de la investigación,** la investigación se desarrolla en un enfoque cuantitativo, ya que se basa en un conjunto de procesos (secuencial y probatorio). De lo cual cada período precede al siguiente y no se puede omitir ningún paso. El orden es riguroso, aunque en el camino se pueden reacomodar algunas fases. (Hernández, 2014, p.4)

En cuanto al diseño, esta investigación es cuasi experimental, ya que busca probar la existencia de relación entre una o más variables. Se determinará el asentamiento diferencial por dos métodos: uno metodológicamente y el otro a través de software Safe.

**Nivel de la investigación,** la investigación está basada en un estudio explicativo, ya que su interés se basa en explicar las causas por lo que ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Se presenta, relacionando dos o más variables. (Hernández, 2014, p.95).

En este caso detallando el por qué el tema de la presente investigación, el cual titula asentamiento diferencial de una estructura inducida por la falla del terreno, el cual se llevará a cabo en base a la realidad problemática.

#### 3.2. Variables y Operacionalización:

##### **Variable dependiente**

Asentamiento diferencial

### **Definición conceptual**

Según Morales (2018, p.55), define que Los pagos de plataforma se dividen en dos categorías principales: pagos flexibles o pagos instantáneos y pagos agregados (primarios y secundarios), siendo la suma de ambos pagos globales o totales.

### **Definición operacional**

La variable asentamiento diferencial será medida en base a las dimensiones: Teoría de la consolidación, criterios de asentamiento.

### **Indicadores**

- Asentamiento inmediato
- Consolidación primaria y secundaria
- Suelo y Cimentaciones

### **Escala de medición**

- Ordinal
- Ordinal
- Nominal

### **Variable independiente**

Falla del terreno

### **Definición conceptual**

De acuerdo a Rodríguez (2019, p.217), ocurrió un accidente en el que la tierra se derrumbó y los trabajadores murieron. También se dañan los bienes adyacentes por excavación, plomería y drenaje, y cimientos de la edificación. Se produjo un accidente en el que la tierra se derrumbó y los trabajadores murieron. Los daños a los activos adyacentes también ocurren debido a excavaciones, plomería y drenaje, y cimientos de edificios. Definición operacional la variable falla del terreno será medida considerando los parámetros del suelo, la capacidad de carga y las cimentaciones superficiales.

## **Indicadores**

- Tipo de suelo
- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas
- Propiedades químicas
- Capacidad de carga límite
- Capacidad de carga admisible
- Criterios de diseño

## **Escala de medición**

- Nominal
- Razón

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

**Población:** Para tratar de especificar el objeto de estudio, es necesario identificar la población de que se va a estudiar, la cual está conformada por un total de unidades, englobando aquellos elementos (personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, etcétera) que conforman el ámbito de una investigación. (Niño, 2011, pág. 55).

La población de esta investigación será conformada por el distrito de Ancón, siendo más específicos la Asociación de vivienda civil- militar “My Ep Marko Jara Schenone”

**Muestra:** Según Renzo (2019):” [...]Una de las muestras investigadas es Callao Provincia [...] Una vez recolectados los datos, se envían al software de análisis estructural SAFE201616.0.2 y ETABS2016v16.2.1 para acondicionar el modelo. Proceso: Según las condiciones iniciales del proyecto Una alternativa a la cimentación del edificio, con cada dimensión y los materiales requeridos cuantificados y medidos para cada una. Con metadatos, puede realizar un análisis

de costo unitario para ver el costo total de su proyecto en cada escenario. Resultado: Cada escenario virtual selecciona la opción más económica al momento de determinar el costo total de un proyecto y brinda una solución para el proyecto que le permite aplicar la estructura adecuada al menor costo. "

Según el capítulo 2, artículo 11, de la Norma E.050: "El número de puntos de investigación se va a determinar según la Tabla N°11 en relación al tipo de edificación y a su respectiva zona" (p.14).

Tabla 11. *Número de puntos de investigación.*

Edificación	Puntos de investigación
A	1 cada 225m <sup>2</sup>
B	1 cada 450m <sup>2</sup>
C	1 cada 800m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para vivienda unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada (Ha) de terreno

Fuente: (Norma E.050, p. 14). (n)= nunca será menor de 3

Se tomará como muestra, a la Asociación de vivienda civil- militar "MY EP MARKO JARA SCHENONE", ubicada en la avenida arquitectos, frente al paradero Villa Estela, distrito de Ancón, debido a que en esta asociación se están llevando a cabo viviendas unifamiliares de un máximo de tres pisos en terrenos que varían desde 140 m<sup>2</sup>- 180m<sup>2</sup>, en base a la norma E.050 suelos y cimentaciones, la cual hace referencia que, para viviendas con muros portantes de albañilería de tres pisos, se harán como mínimo 3 calicatas, para lo cual se debe cavar el terreno a una altura de tres metros o hasta encontrar suelo compacto, para analizar las propiedades del terreno.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Confiabilidad.** Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 200) "La confiabilidad de un instrumento se basa en la medición y el grado de su aplicación al objeto de estudio. Este proyecto de investigación abarca los temas necesarios para su desarrollo enmarcado en las tesis de referencias y la norma peruana".

**Validez.** Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 200), “la define como el grado en que un instrumento mide la variable. La validez es el rango más complejo que se debe alcanzar en todo instrumento de medición”.

Dicha investigación se determinará en base a fichas técnicas, las cuáles fueron elaboradas por personal técnico y se utilizarán en su análisis.

Tabla de interpretación de la magnitud del coeficiente de confiabilidad y validez para los instrumentos:

*Tabla 12.* Rango y magnitudes para los instrumentos

<b>Rangos</b>	<b>Magnitudes</b>
<b>8.1-10.0</b>	Muy alta
<b>6.1-8.0</b>	Alta
<b>4.1-6.0</b>	Moderada
<b>2.1-4.0</b>	Baja
<b>1-2.0</b>	Muy baja

Fuente: Elaboración propia

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos en esta investigación, se efectuará en base a fichas técnicas que se utilizarán en su análisis, con lo cual se obtendrán los parámetros del estrato del terreno donde se cimentara la estructura con lo cual se analizará la capacidad portante que posee el terreno y los demás parámetros para el diseño de la cimentación en el software Etabs.

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

Nuestro proyecto de investigación se basa en el análisis del “Asentamiento diferencial de una estructura inducida por la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima -2021 “, en su análisis se realizará el estudio del terreno mediante la aplicación del método de calicatas, con el fin de analizar las propiedades que

presenta dicho estrato del terreno con lo cual se realizará el diseño de estructura propicia para para dicho terreno.

Logrando así estimar la magnitud y distribución de dichos asentamientos, con lo cual se evitará que la estructura sufra asentamientos diferenciales excesivos en un futuro.

### **3.7. Aspectos éticos**

Sañudo, (2006, pág. 86), “sostiene que la indagación científica con intervención del hombre conlleva a relacionar virtudes éticas, su desarrollo ético es una parte integral de la problemática que debe ser resuelto en el mismo proceso de investigación”.

El presente proyecto de investigación está desarrollado con el principio de respetar los trabajos realizados por los autores tomados en referencia en el recaudo de información. Respetando sus teorías y cada uno de sus pensamientos, ya que gracias a sus aportes se desarrolla cada capítulo de este proyecto.

Cerciorándose que los datos obtenidos en laboratorio sean descritos y plasmados honestamente en el análisis y discusión de resultados.

## IV. RESULTADOS

### **Descripción geográfica de la zona de estudio Nombre del proyecto de investigación:**

“Asentamiento diferencial de una estructura inducida por la falla de los terrenos en el Distrito de Ancón- Lima 2021”

### **Ubicación Geográfica**

La ubicación de la zona de estudio está situado a una altitud

Con coordenadas geográficas latitud sur: 11° 48.688142 s y longitud oeste: 77° 7.639172 w.

### **Lugar de estudio**

La zona de estudio donde se llevará acabo el desarrollo del proyecto de investigación es la Asociación de vivienda cívica militar Marko Jara Schenone.

### **Ubicación política**

El lugar de estudio se encuentra ubicado en el distrito de Ancón.

Distrito de Ancón



Figura 11. Mapa distrital de Ancón. Fuente: <https://images.com/tag/mapa-politico-del-Peru/>



Figura 12. Mapa político del Perú. Fuente:  
<https://www.blogitravel.com/tag/mapa-politico-del-Peru/>

### **Clima:**

El distrito de Ancón presenta un clima semiárido, con presencia de garuas. Su temperatura promedio anual es de 23°C, con una precipitación media anual de un valor de 16mm, razón por la cual presenta una humedad de 77% y un indicador de radiación ultravioleta equivalente a 6.

## Clima de Ancón

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Día	25 °C	26 °C	26 °C	25 °C	23 °C	22 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	22 °C	23 °C
Noche	21 °C	22 °C	22 °C	21 °C	20 °C	19 °C	17 °C	16 °C	17 °C	17 °C	17 °C	19 °C
Precipitación	4mm	4mm	5mm	2mm	3mm							
Días de lluvia	4	3	6	4	2	1	2	1	1	3	3	4
Días secos	27	25	25	26	29	29	29	30	29	28	27	27
Horas de sol por día	9	9	9	9	9	9	10	10	10	12	11	11
Fuerza del viento	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Índice UV	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	6

Figura 13. Clima del distrito de Ancón. Fuente: <https://www.cuandovisitar.pe/peru/ancon>.

Dicha imagen muestra la ubicación de la zona de estudio, donde se extraerá las muestras de terreno para su respectivo estudio, mediante el método de calicatas. Ya que en dicho lugar se construirán viviendas unifamiliares de albañilería confinada de tres pisos.

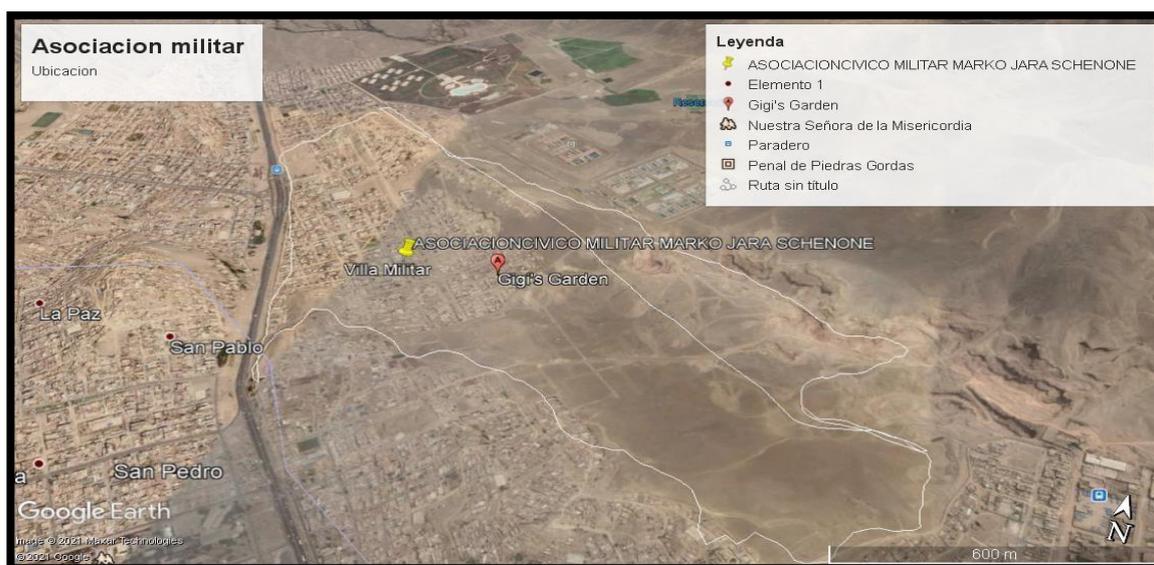


Figura 14. Ubicación de la zona de estudio Fuente: Google Heart

Parámetro sísmico, se desarrolla de acuerdo al reglamento sismorresistente NTP E-030 (2018).

*Tabla 13. Parámetros sísmicos.*

Parámetro sísmico	Símbolo	Resultado
Factor de zona	Z	0.45g
Factor de ampliación de onda sísmica	S	1.2s
Tiempo de vibración predominante	TP	0.6 s

Fuente: NTP E.030 Diseño sismorresistente 2018



Figura 15. Mapa de zonificación Fuente: GEO GPS PERU

**Parámetros del suelo**

**Tipo de suelo**

Para poder realizar el estudio del terreno y obtener la información requerida, se llevó a cabo la recolección de datos extraídos del laboratorio, como resultado de la excavación de 3 calicatas a una profundidad de tres metros, llegando a obtener los siguientes resultados del laboratorio **JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L**

Tabla 14. *Tipo de suelo obtenido para cada calicata*

Especificaciones	Calicata n°01	Calicata n°02	Calicata n°03
Profundidad(m)	3.00	3.00	3.00
Clasificación SUCS	SP Arena pobrementemente gradada	SP Arena pobrementemente gradada	SP Arena pobrementemente gradada
Clasificación AASTHO	A-3(0) bueno	A-3(0) bueno	A-3(0) bueno
% de arena N°200< N°4	98.3	98.2	98.4
% que pasa la malla N°200	1.7	1.8	1.6
Limite liquido	NP	NP	NP
Limite plástico	NP	NP	NP
Índice de plasticidad	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

## Perfiles estratigráficos Calicata N°01

C - 01						
Prof. 00	m	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
0-0.9		M-1	SP	A-3 ( 0 )		Se visualizo arena fina seca color plumizo pobremente graduada con presencia de grava de 1-2", ubicada en el sondeo n°1 a una profundidad de 0.9m
0.9-1.3		M-1	GW	A-1-a(0)		Se visualizo presencia de grava bien graduada en un estrato de 0.4 m, ubicada en el sondeo n°1 a una profundidad de 0.9-1.3m
1.3-3		M-1	SW	A-3(0)		Se visualizo arena fina humeda bien graduada, ubicada en el sondeo n°1 a una profundidad de 1.3-3m

Figura 16. Calicata n 01. Fuente: Elaboración propia.

C - 02						
Prof. 00	m	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
1.00		M-2	SP	A-3 ( 0 )		Se visualizo arena fina seca color plumizo pobremente graduada con presencia de grava de 1", ubicada en el sondeo n°2 a una profundidad de 1.00M
1.00-1.20		M-2	GW	A-1-a(0)		Se visualizo presencia de grava bien graduada en un estrato de 0.2 m, ubicada en el sondeo n°2 a una profundidad de 1-1.2m
1.2-3.00		M-2	SW	A-3(0)		Se visualizo arena fina humeda bien graduada, ubicada en el sondeo n°2 a una profundidad de 1.2-3m

Figura 17. Calicata n 02. Elaboración propia.

C - 03						
Prof. 00	m	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
1.00		M-3	SP	A-3 ( 0 )		Se visualizo arena fina seca color plomizo pobremente graduada con presencia de grava de 2-4", ubicada en el sondeo n°3 a una profundidad de 1.00M
1.00-1.20		M-3	GW	A-1-a(0)		Se visualizo presencia de grava bien graduada en un estrato de 0.2 m, ubicada en el sondeo n°3 a una profundidad de 1-1.2m
1.2-3.00		M-3	SW	A-3(0)		Se visualizo arena fina humeda bien graduada con grava de 1/4"-1", ubicada en el sondeo n°3 a una profundidad de 1.2-3m

Figura 18. Calicata n 03. Fuente: Elaboración propia.

**Propiedades Físicas**, en base a los ensayos que se realizó In Situ, con lo cual se logró determinar la densidad del terreno, en la siguiente tabla se mostraran los resultados logró determinar la densidad del terreno, en la siguiente tabla se mostraran los resultados

Tabla 15. *Propiedades físicas.*

PROPIEDADES	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
Densidad seca	1.6	1.5	1.5
Contenido de humedad	11.8	12.3	12.2
Densidad húmeda	1.776	1.764	1.769
Densidad Promedio	1.5	1.45	1.45

Fuente: Elaboración propia

**Propiedades mecánicas**, para poder determinar estas propiedades se llevó a cabo el ensayo de compresión triaxial, ya que con la nueva actualización de la norma E.050, el ensayo de corte directo solo se debe realizar para rellenos controlados, razón por lo cual se efectuó el ensayo de compresión triaxial, se realizó un solo ensayo ya que el perfil estratigráfico del terreno era muy similar.

Tabla 16. *Propiedades mecánicas*

Propiedades	Muestra
Cohesión (c) kg/cm <sup>2</sup>	0.49
Angulo de fricción( $\phi$ )°	28.30

Fuente: Elaboración propia

**Propiedades Químicas**, como es de conocimiento el distrito de Ancón presenta un clima muy húmedo, presentando demasiada agresividad del estrato del terreno hacia la estructura cimentada en dicho lugar, a raíz de ello se efectuó los ensayos químicos los cuales tienen por objetivo determinar el contenido de sulfatos y de cloruros.

Tabla 17. *Propiedades químicas - Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles.*

Identificación	Cloruros expresados como ion cl. - (ppm) NTP339.177 (2002)	sulfatos expresados como ion so <sub>4</sub> = (ppm) NTP 339.178 (2002)
C - 01/ Muestra 01/ Prof.0,00m - 3,00m.	80	193
C - 03/ Muestra 01/ Prof.0,00m - 3,00m.	125	455

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. *Parámetros químicos recomendados*

Presencia en el suelo	p.p.m	Grado de alteración	Consecuencias
Sulfatos	0-1,000	Leve	Ocasiona un ataque Químico al concreto de la cimentación
	1,000-2,000	Moderado	
	2,000-20,000	Severo	
Cloruros	>20,000	Muy severo	Ocasiona problema de corrosión de armaduras o elementos metálicos
	>60,000	Perjudicial	

Fuente: Norma Técnica Peruana 2018

Comparando resultados obtenidos de las muestras en el laboratorio con los parámetros químicos de la norma, los niveles de contenido de sulfatos y cloruros están por debajo de los niveles perjudiciales.

### **Capacidad de carga Capacidad de carga limite**

Para un cimiento Corrido: **Falla por Corte General y local**

Tabla 19. *Parámetros de resistencia de cimentación cuadrada.*

PARAMETROS	VALORES
Peso específico promedio del suelo, $\gamma$	1632.20 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna, $(\phi)^\circ$	28.3
Cohesión, c	0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho, B	0.4m
Largo, L	
Profundidad de desplante, Df	1.00m
Fs	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. *Cimentación corrida según Método de Terzaghi*

	Fs	q ultima(kg/cm <sup>2</sup> )	q adm(kg/cm <sup>2</sup> )
F. Corte general	3	3.687	1.229
F. Corte local	3	1.2853	0.4284

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. *Cimentación corrida según Meyerhof*

F. Corte general		q ultima(kg/cm <sup>2</sup> )	q adm(kg/cm <sup>2</sup> )
Factor seguridad	3	8.1949	2.7316

Fuente: Elaboración propia

Zapata cuadrada de 1.2m, en las siguientes tablas se mostrará los parámetros y los resultados obtenidos

Tabla 22. *Parámetros de resistencia para zapata cuadrada de 1.2 m.*

PARAMETROS	VALORES
Peso específico promedio del suelo, $\gamma$	1632.20 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna, $(\phi)^\circ$	28.3
Cohesión, c	0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho, B	1.2m
Largo, L	1.2m
Profundidad de desplante, Df	1.5m
Fs	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. *Resumen de cálculo de capacidad portante.*

Autores en mecánica de suelos	Capacidad de carga ultima			Capacidad de carga admisible		
	KN/m2	T/M2	Kg/cm2	KN/m2	T/M2	Kg/cm2
Terzaghi	18246.16	1860.6	1.8606	6082.053	620.2	0.6202
Meyerhof	19536	1992.2	1.9922	6512.236	664.06	0.66406

Fuente: Elaboración propia

Zapata cuadrada de 1.5m, en las siguientes tablas se mostrará los parámetros y los resultados obtenidos

Tabla 24. *Parámetros de resistencia para zapata cuadrada de 1.5 m*

PARAMETROS	VALORES
Peso específico promedio del suelo, $\gamma$	1632.20 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna, ( $\phi$ )°	28.3
Cohesión, c	0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho, B	1.5m
Largo, L	1.5m
Profundidad de desplante, Df	1.5m
Fs	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Resumen de cálculo de capacidad portante.

Autores en mecánica de suelos	Capacidad de carga ultima			Capacidad de carga admisible		
	KN/m2	T/M2	Kg/cm2	KN/m2	T/M2	Kg/cm2
Terzaghi	22202.14	2264.0	2.2640	7401.04	754.7	0.7547
Meyerhof	24409.61	2489.1	2.4891	8136.536	829.7	0.8297

Fuente: Elaboración propia

## ASENTAMIENTO

### Cálculo de asentamiento:

Para la determinación del asentamiento se tomó como referencia de acuerdo a los ensayos del laboratorio el cual nos arroja un tipo de suelo granular, es por ello que en base a ello se tomará como referencia que el asentamiento total deberá ser igual al asentamiento inicial.

Diseño en el programa etabs de Vivienda unifamiliar de 140m<sup>2</sup>, en base a los ensayos realizados, se obtuvo el parámetro de suelo SP, el cual pertenece al tipo S3.

Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 4	0.45			
Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL
	S3	Suelos Blandos	1.10	1.00	1.60
Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES		
	"C" Edificaciones Comunes	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2014		
Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL			Ro
	DIR X-X	Albañilería Armada o Confinada			3
	DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada			3
Tabla N°8 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			la Dir X-X	la Dir Y-Y	
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Irregularidad de Masa o Peso	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00	
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00	
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00	
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00	
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10			Se toma el valor mas critico	1.00 1.00	
Tabla N°9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					

Figura 19. Factores para el Etabs. Fuente: Elaboración propia.

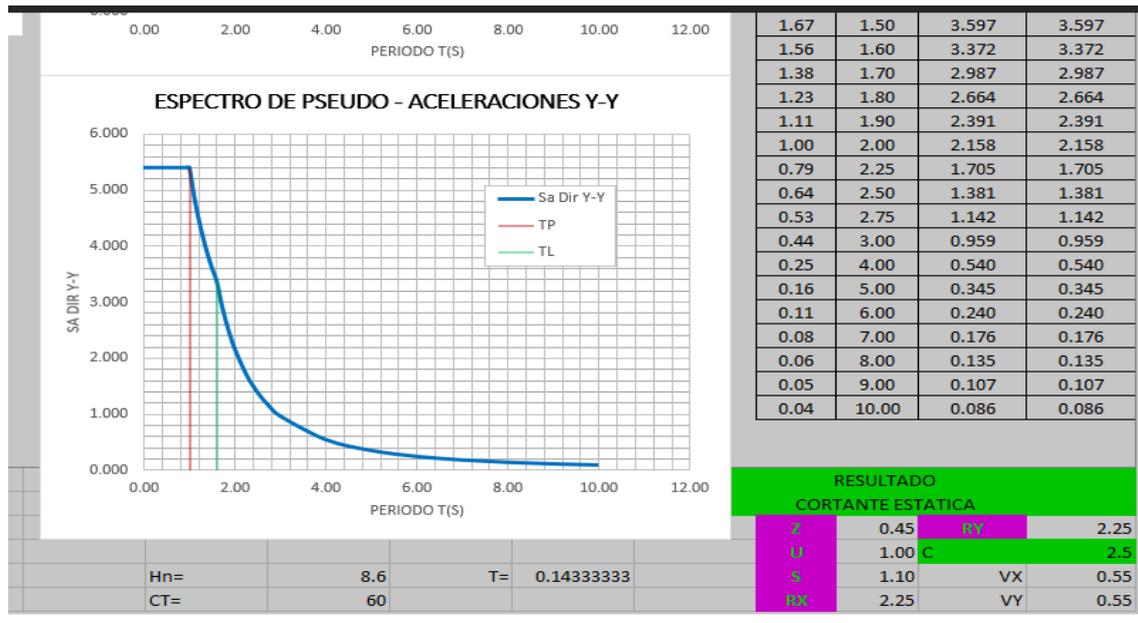


Figura 20. Espectro de carga estática Fuente: Elaboración propia.

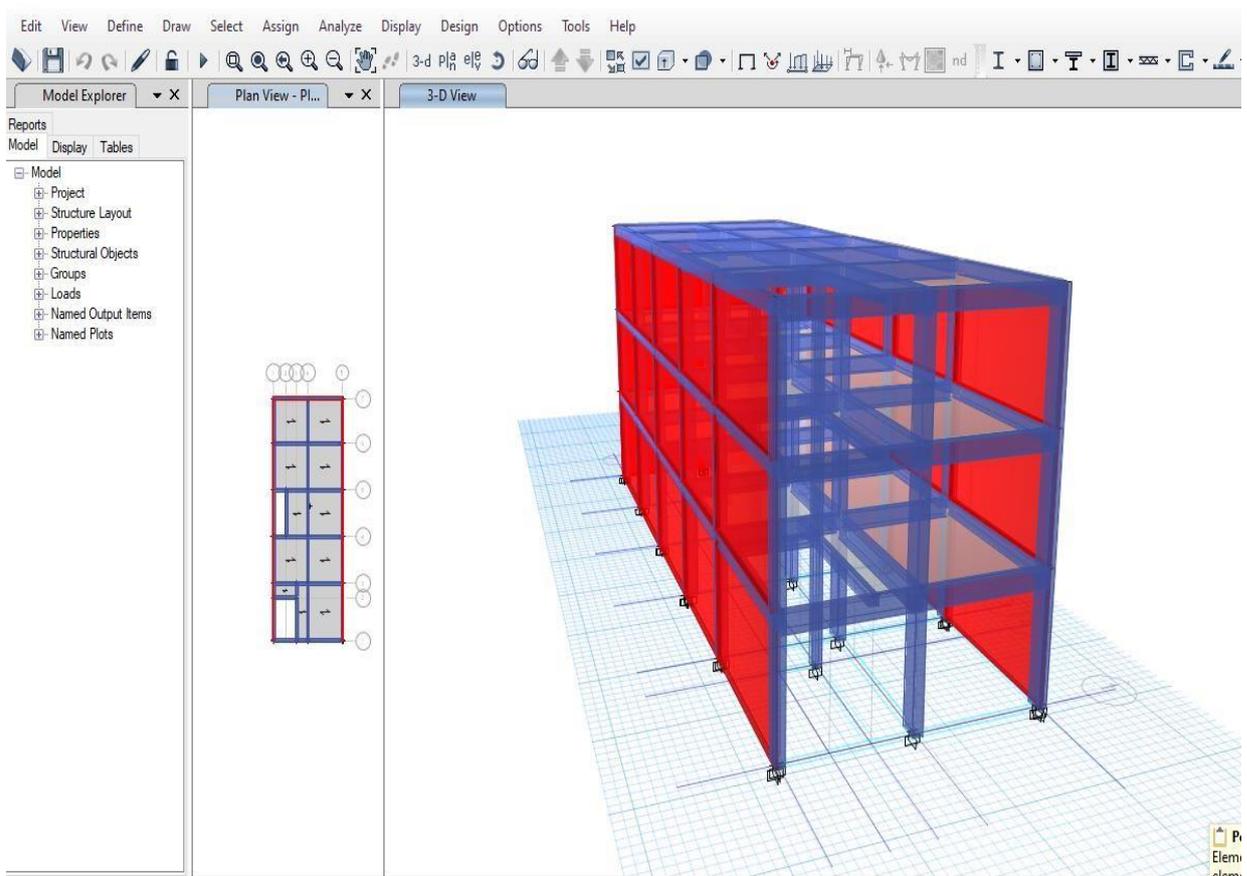


Figura 21. Estructura de diseño de vivienda unifamiliar. Fuente: Elaboración propia

Story	Diaphragm	Mass X kgf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y kgf-s <sup>2</sup> /m	Mass Moment of Inertia kgf-m-s <sup>2</sup>	X Mass Center m	Y Mass Center m
PISO3	D3	11976.41	11976.41	545575.96	22.8474	18.6055
PISO2	D2	14662.71	14662.71	699763.57	22.803	18.8226
PISO1	D1	14874.22	14874.22	711539.25	22.8008	18.8348

Figura 22. Masas de cada piso de vivienda unifamiliar. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. *Metrados de carga por piso.*

METRADO DE CARGAS	
PISO 3	117.48858
PISO 2	143.8411
PISO 1	145.9161
<b>PESO TOTAL EN (TN)</b>	<b>407.24578tn</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo de asentamiento para-Zapata cuadrada:**

Como ancho de la cimentación se tiene el valor de 1.20m

### **Cálculo de relación Poisson:**

Según la tabla N°5 de asentamiento se tiene la siguiente consideración debido a que el tipo de suelo es arena densa de grano grueso tenemos un valor de 0.15 u = 0.15

**Cálculo del módulo de elasticidad:**

Debido a que el tipo de suelo pertenece a la clasificación de arena densa lo cual tiene un valor que varía de 5000-10000 ton/m<sup>2</sup>, para ellos se tomará un valor promedio de 7500ton/m<sup>2</sup>

Es = 8000 ton/m<sup>2</sup>.

**Cálculo de los factores de forma If:**

Según la tabla N°6 de asentamiento se tiene la siguiente consideración debido a la forma de la cimentación, en este caso es Zapata cuadrada y se va a tomar esquinera con un valor de 56(cm/m), para un suelo flexible.

If = 56 cm/m.

Si= q \*B (1-u<sup>2</sup>) \*If/ Es

Si=407.2457(1.2) (56-0.25<sup>2</sup>)56/ 7500

Si = 2.04 cm < 3.2cm (asentamiento admisible)

Tabla 27. *Determinación de asentamientos diferenciales para cimentación corrida.*

Parámetros	valores
B (ancho de la cimentación)	1.2
U (relación de poisson)	0.25
IF (Factor de forma)	56 cm/m
ES (módulo de elasticidad)	7500ton/m <sup>2</sup>
Q (Presión de trabajo)	407.2457tn
Si (asentamiento inicial)	2.0411cm

Fuente: Elaboración propia

**Cálculo de asentamiento para un cimiento corrido:** Como ancho de la cimentación se tiene el valor de 0.4m

**Cálculo de relación Poisson:**

$$u = 0.25$$

**Cálculo del módulo de elasticidad:**

$$Es = 7500 \text{ ton/m}^2.$$

**Cálculo de los factores de forma lf:**

Para el cálculo de cimentación corrida se va a tomar en consideración una Zapata rectangular lo cual será la relación de  $1.00\text{m}/0.4 = 2.5$ , entonces se tomará una Zapata esquinera de 77cm/m

$$Si = 407.2457 * 0.4 (77 - 0.25^2) * 77 / 7500$$

$$Si = 1.2867 < 3.2\text{cm (asentamiento admisible)}$$

*Tabla 28. Determinación de asentamientos diferenciales para zapata cuadrada.*

Parámetros	Valores
B (ancho de la cimentación)	0.4
U (relación de poisson)	0.15
IF (Factor de forma)	77cm/m
ES (módulo de elasticidad)	7500ton/m <sup>2</sup>
Q (Presión de trabajo)	407.2457tn
Si (asentamiento inicial)	1.2867CM

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diseño realizado en el software, para encontrar el peso de la estructura, se llegó a la conclusión que tanto Como para un cimiento corrido de un ancho de 0.4 m y una profundidad de 1m, el asentamiento que presenta se encuentra por debajo de los asentamientos permisibles. De igual manera para la Zapata cuadrada de 1.2m, el asentamiento encontrado se encuentra por debajo del permitido.

De acuerdo a la tabla N°25, resumen de la capacidad portante, se tomará el promedio de la capacidad de carga admisible según los siguientes autores:

$$\text{Terzaghi} = 0.7547\text{kg/cm}^2 \quad \text{Meyerhof} = 0.8297\text{kg/cm}^2 \quad \text{Promedio} = 0.7922 < 0.8\text{kg/cm}^2$$

Con promedio de carga admisible entraremos en la siguiente tabla y hallaremos el módulo de winkler de la siguiente imagen.

Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
<b>Esf Adm (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Winkler (Kg/Cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Esf Adm (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Winkler (Kg/Cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Esf Adm (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Winkler (Kg/Cm<sup>3</sup>)</b>
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Figura 23. Figura N°15: Módulos de winkler para la reacción del suelo. Fuente: <https://morrisoningenieros.com/>

Para un esfuerzo admisible de 0.8kg/cm<sup>2</sup> le corresponde un factor de winkler de 1.84kg/cm<sup>3</sup>, esta propiedad la agregaremos en el programa safe, para conocer los asentamientos de una edificación en el terreno

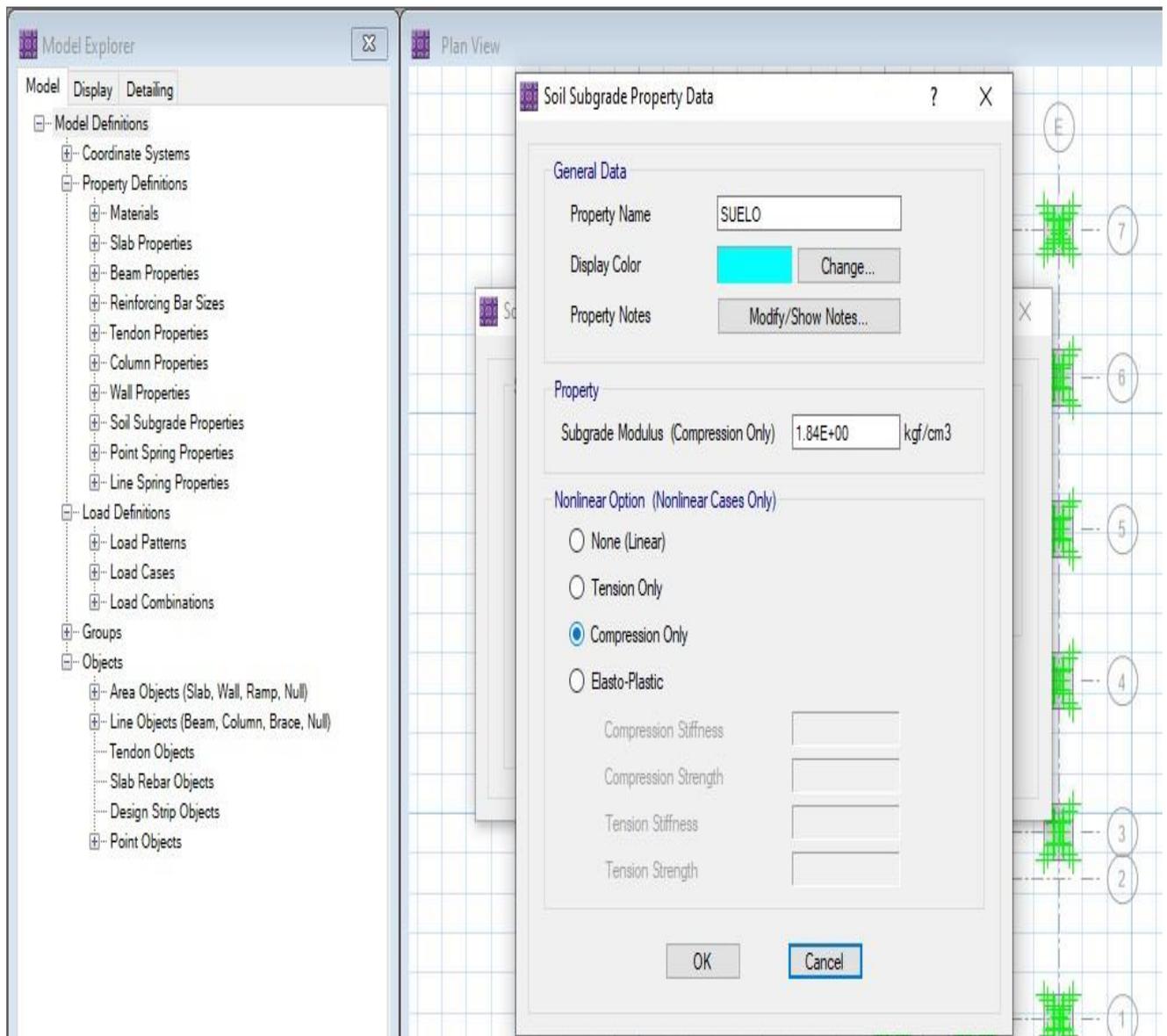


Figura 24. Agregando propiedad de la subrasante del suelo. Fuente: Elaboración propia.

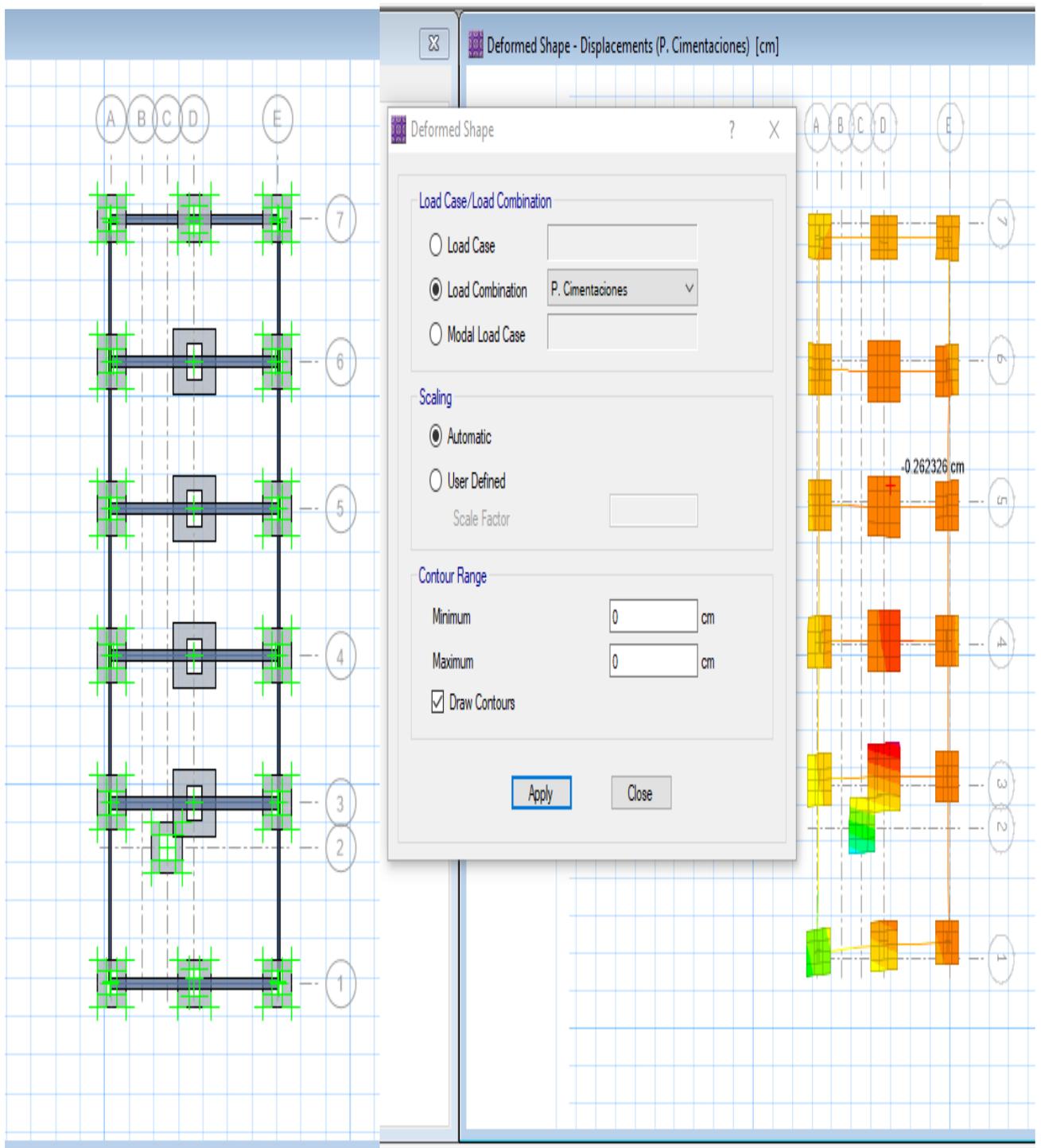


Figura 25. Modelamiento en safe, cimentación. Fuente: Elaboración propia.

TABLE: Nodal Displacements - Summary								
Panel	Node	OutputCase	CaseType	Ux	Uy	Asentamientos Safe	Asentamiento calculado	Asentamiento Admisible > Safe
Text	Text	Text	Text	cm	cm	cm	cm	3.2cm
1	273	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.128703	2.4	OK
2	348	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.180155	2.4	OK
3	453	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.219514	2.4	OK
4	227	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.223698	2.4	OK
5	246	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.2253	2.4	OK
6	404	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.224463	2.4	OK
7	582	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.156628	2.4	OK
8	216	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.219206	2.4	OK
9	579	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.254266	2.4	OK
10	579	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.254266	2.4	OK
11	575	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.24274	2.4	OK
12	575	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.24274	2.4	OK
13	334	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.246666	2.4	OK
14	157	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.252296	2.4	OK
15	230	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.357622	2.4	OK
16	286	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.282037	2.4	OK
17	165	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.261245	2.4	OK
18	254	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.259193	2.4	OK
19	277	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.261351	2.4	OK
20	581	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.272832	2.4	OK
21	341	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.374104	2.4	OK
22	345	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.286872	2.4	OK
23	265	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.265465	2.4	OK
24	353	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.262687	2.4	OK

Figura 26. Asentamientos calculados con el software safe. Elaboración propia.

Haciendo el análisis comparativo de los asentamientos encontrados teóricamente y a través del software safe, dichos valores se encuentran por debajo de los asentamientos admisibles para arenas

## V. DISCUSIÓN

En este capítulo se contrastará las ideas asumidas por el autor, con los antecedentes recopilados en este Desarrollo de Proyecto de investigación, con el fin de contrastarlo con los objetivos definidos en esta investigación.

El primer objetivo de trabajo nos muestra la investigación contrastada en la tesis de Lima, N y Huayna, O (2015), la investigación se titula “Evaluación de asentamientos y daños estructurales en viviendas de la urbanización San Valentín de la ciudad de Juliaca”, en base a sus resultados obtenidos de acuerdo a los estudios realizados, tomando como referencia 14 viviendas construidas por “ENACE”, se tomó la vivienda del LT A:5 para ser analizada y calcular la presencia de asentamientos diferenciales. Para determinar la capacidad portante de dicho terreno se realizó el ensayo de corte directo. Dicho terreno es un terreno arcilloso orgánico de plasticidad media y elevada “OH”. Dicho grupo de viviendas presenta un asentamiento promedio de 35 cm. El motivo de que dichas viviendas presenten este fenómeno no se debe al terreno natural antes de ser rellenado por los pobladores. De acuerdo a los resultados del ensayo de consolidación unidimensional para una presión de 0.8kg/cm<sup>2</sup> arrojó un asentamiento de 1.79cm, esto demuestra que el asentamiento se produjo por el relleno efectuado sin ningún control de compactación. Dicho relleno es de 0.8m. En base a este antecedente se realizó el estudio del terreno mediante la extracción de materiales, mediante el método de calicatas, las cuales fueron tres de acuerdo a la norma E.050(Suelos y Cimentaciones). Los valores encontrados muestran que dicho terreno es “SP” que corresponde a una arena pobremente gradada, motivo por el cual no presenta plasticidad a diferencia del terreno de estudio del autor. En este caso los asentamientos calculados en nuestro proyecto se realizaron de dos formas: metodológicamente y a través de un software (Safe).

Tabla 29. Resumen de asentamientos

Asentamiento Antecedente	Asentamiento metodológico (Investigación)	Asentamiento software safe (Investigación)	Asentamiento en arenas	Asentamiento en arcillas
35cm prom.	2.4cm	0.248cm	3.4cm	4.5cm

Fuente: Elaboración propia

El segundo objetivo de trabajo nos muestra la investigación contrastada en la tesis de Jiménez, A y Paz, N; la investigación se titula “Determinación de la capacidad portante admisible del suelo para cimentaciones superficiales en la Habilitación Urbana la Colina, del distrito Tarapoto San Martín. 2020”. De acuerdo a los resultados obtenidos después de la exploración de campo en el distrito de Tarapoto, se realizaron 5 calicatas aleatoriamente, para determinar las características del terreno en el distrito de Tarapoto. Se encontró presencia de arenas limosas, arenas arcillosas en pequeños porcentajes, como también arcillas inorgánicas de baja plasticidad en mayores porcentajes presentando un límite líquido promedio de 33.32 y un límite plástico promedio de 19.87. De acuerdo a sus resultados en base a las propiedades mecánicas, el autor se apoyó del ensayo de corte directo para poder obtener el ángulo de fricción interna y la cohesión, con esto parámetros se determinará la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. En dicha investigación no se realizó ensayos químicos. En base a este antecedente se realizó el estudio de mecánica de suelo, realizando tres calicatas para obtener los parámetros del suelo. Al tratarse de arenas (SP), no presentan los límites de atterberg. En relación de las propiedades mecánicas encontrados en nuestros resultados tenemos un ángulo de fricción interna=  $28.3^\circ$  y un valor de cohesión de  $0.49\text{kg/cm}^2$ . Al encontramos ubicados en un terreno arenoso con presencia de sales a diferencia del autor el cual tiene un terreno arcilloso, decidí realizar un ensayo químico para determinar los sulfatos y cloruros del terreno estudiado y determinar la abrasión hacia la estructura, llegando a determinar que los valores de sulfatos y cloruros se encuentran por debajo de los niveles abrasivos. Ion cl. prom=  $102.5\text{ppm}$  y ion so4 prom=  $324\text{ppm}$

Tabla 30. Resumen de parámetro de suelo

Antecedente			Proyecto de investigación		
Propiedades físicas	Propiedades mecánicas	Propiedades químicas	Propiedades físicas	Propiedades mecánicas	Propiedades químicas
L.L=33.32	c=2.11kg/c m2	-----	NP	c=2.11kg/c m2	Cl<1000
L.P=19.87	( $\varphi$ )°=14.7	-----	NP	( $\Phi$ )°=28.3	So4<2000 0

Fuente: Elaboración propia

El tercer objetivo de trabajo nos muestra la investigación contrastada en la tesis de Picón, A; Ruiz, L; la investigación se titula “Análisis del problema de interacción suelo- estructura para un pórtico 2D en suelos granulares”, en la cual el autor se basó en la teoría de los autores con son: Terzaghi, Meyerhof, Peck y Mesri, para determinar la capacidad portante que presenta en suelo de estudio. La cual depende de los siguientes valores: ángulo de fricción, cohesión y peso específico. el autor se basó en el diseño de cimentación con zapatas aisladas. En nuestra investigación nos apoyamos de las fórmulas propuestas por Terzaghi el cual presenta un porcentaje de 10%, respecto a la fórmula de Meyerhof que representa un 90% para obtener la capacidad portante y varían entre (2.2640- 8.1949) kg/cm2 en nuestro diseño se realizó con zapatas aisladas, vigas de cimentación y cimiento corrido. Meyerhor para determinar la capacidad portante adiciona a su fórmula general el factor de forma, factor de inclinación y factor de profundidad. La capacidad portante hallada por la fórmula de Terzaghi es más conservadora para realizar el diseño ya que su capacidad portante es de menor valor comparada con la capacidad portante de Meyerhof. De acuerdo al autor en nuestro diseño en el distrito de Ancón la capacidad portante hallada con la fórmula de Terzaghi nos resultó menor a la de Meyerhof.

Tabla 31. *Resumen de capacidad portante*

Antecedente		Proyecto de investigación	
T. Terzaghi	= 1.93kg/cm <sup>2</sup>	T. Terzaghi	= 2.2640kg/cm <sup>2</sup>
T. Meyerhof	=16.97kg/cm <sup>2</sup>	T. Meyerhof	=2.4891kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

El cuarto objetivo de trabajo nos muestra la investigación contrastada en la tesis de Morales, F. La investigación se titula "Alternativas de superficie para edificios construidos en diferentes aglomeraciones" se basa en el análisis y recomendación de las mejores alternativas de superficie para edificios construidos en diferentes aglomeraciones. El propósito de este tratado es orientar el proceso de análisis y diseño de cimentaciones superficiales de edificios construidos en asentamientos diferenciales, y el autor ofrece cuatro alternativas a las cimentaciones superficiales.

- Diseño de cimentaciones de unión con cimentaciones concéntricas y vigas de unión.
- Diseño de rejilla para cimentaciones de vigas rígidas.
- Diseño de la placa de cimentación soportada por la viga de elevación.
- Diseña una placa umbral de espesor uniforme.

En particular, la cimentación más óptima y económica es la cimentación con cimentaciones concéntricas y combinaciones con vigas. Fruto de este precedente, el diseño se realizó utilizando cimentaciones aisladas y vigas de cimentación. Así, se toman los factores que determinan el tipo de cimentación. Según Karl Terzaghi, publicado por Peck-Hanson-Thornburn, el tipo apropiado de cimentación para una estructura depende de una serie de factores, como la carga, las condiciones del suelo y el costo de la cimentación que debe soportar, todos los cuales, por supuesto, se diseñan algunas alternativas al fondo y es necesario elegir la más barata.

## VI. CONCLUSIÓN:

Objetivo general: El asentamiento diferencial ocurre cuando la estructura no presenta un asentamiento uniforme, pudiendo tener diferentes orígenes debido a la naturaleza del suelo y los elementos que intervienen en este fenómeno, los más relevantes son: irregularidades en las propiedades del suelo debajo de la cimentación, debido a una transmisión inadecuada de las presiones de la cimentación al suelo, y causas externas, como fugas, concentraciones de humedad, árboles, entre otras. Por lo cual el estudio de los asentamientos diferenciales es de vital importancia ya que estos asientos llegan a perjudicar la funcionalidad de la estructura y si exceden sus límites pueden ocasionar el colapso total de la edificación. Llegando a determinar que falla de los terrenos influye en la presencia de asentamientos diferenciales.

Objetivo específico n°1: En la mayoría de los casos, los diseñadores no tienen en cuenta estos aspectos y los analizan como cualquier otro suelo, por lo que el registro de parámetros del suelo confirma la necesidad de implementar soluciones básicas para el comportamiento de estos suelos. Funciona de manera diferente a estos. Debido a que estos parámetros dependen del tipo de suelo en el área de estudio, los cuales pueden ser arenas, gravas, limos y arcillas y de acuerdo a su clasificación se tomaran los criterios necesarios para cada diseño. Concluyendo que los parámetros del suelo influyen en los asentamientos diferenciales.

Objetivo específico n°2: En relación a la capacidad de carga, apoyada en la teoría de Terzaghi y Meyerhof, de acuerdo a la tabla N°31: resumen de capacidad portante muestra que la capacidad portante de Terzaghi(2.2440kg/cm<sup>2</sup>) es menor que la capacidad portante de Meyerhof(2.4891kg/cm<sup>2</sup>), y por ende dicha capacidad es más conservadora para utilizar en el diseño. Con la cual se determinará la capacidad admisible del terreno para poder determinar el parámetro de winkler e ingresar en el

safe para determinar los asentamientos en dicho software, los cuales resultan ser menores que el asentamiento calculado. La capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno de tal manera que no produzca un fallo por cortante o un asentamiento diferencial. Por tal motivo se llega a concluir que la capacidad portante si influye en los asentamientos diferenciales.

Objetivo específico n°3: En base a las cimentaciones superficiales, la más óptima y económica es la cimentación con zapatas aisladas unidas con vigas de conexión en el eje x. Proporcionar una adecuada estructura de cimentación a la edificación influirá en su funcionalidad y en su correcto desempeño ante futuros fenómenos dentro del cual se sitúa el asentamiento diferencial. Llegando a concluir la el tipo de cimentación superficial si influye en los asentamientos diferenciales.

## **VII. RECOMENDACIÓN:**

Se recomienda en realizar un estudio de mecánica de suelos, ya que por medio de los ensayos que se realicen se podrá analizar y deducir la edificación adecuada, y evitar en los posibles la presencia de asentamientos diferenciales que sobrepasen los valores admisibles, también se debe investigar y buscar antecedentes del lugar del proyecto. Tener registro si en algún momento dicho terrenos fueron rellenos sanitarios o depósitos de desmonte.

Se recomienda tener en cuenta el estudio del suelo, ya que de sus resultados podemos determinar la clasificación y los parámetros que presenta dicho terreno para poder realizar una buena construcción, y así descartar suelos no aptos para la construcción como: suelos orgánicos, rellenos sanitarios, desmontes, etc. Caso contrario poder remplazarlo por material de préstamo siguiendo un adecuado control de compactación.

Se recomienda una vez obtenido los parámetros que presenta el suelo de estudio se analice la capacidad portante a través de la teoría de Terzaghi y Meyerhof, con lo cual se tendrá una visión más amplia y un mejor criterio de diseño. Con la ayuda del software Etabs se obtendrá el peso referencial de la edificación que se pretende construir y reacción que dicho peso producirá en suelo, ya que el suelo es el material que sufrirá esfuerzos producto de las cargas de dicha estructura y con el software Safe se determinará los asentamientos.

Se recomienda elegir una buena cimentación superficial de acuerdo a las propiedades que presente el suelo, ya que dicha vivienda o edificación debe brindar seguridad y confort a sus habitantes.

## REFERENCIAS

RUIZ, Alexis. Análisis del problema de interacción suelo–estructura para un pórtico 2d en suelos granulares. Tesis (Grado De Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2019.120pp.

Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/interaccion\\_suelo\\_estructura\\_picon\\_santamar%c3%8da\\_ruiz\\_s%c3%81nchez.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/interaccion_suelo_estructura_picon_santamar%c3%8da_ruiz_s%c3%81nchez.pdf)

ALVARADO, Lincoln y PALOMINO, Sheylla. Determinación del esfuerzo de preconsolidación para el cálculo de asentamiento de suelos finos de la zona de Sagari –Cuzco. Tesis (grado de ingeniero) Universidad Ricardo Palma.2015.13. pp. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2246/alvarado\\_y\\_palomino\\_sa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2246/alvarado_y_palomino_sa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANDRADE, César. Diagnóstico y propuesta de solución ante efectos de asentamientos diferenciales para una vivienda de dos pisos. Tesis (Título en Estructuras). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Civil Y Ambiental. Disponible en:<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19366>.

BELTRÁN, Jimmy y DÍAZ, Diego. Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del complejo arqueológico chan chan debido al ascenso del nivel freático. Tesis (grado de ingeniero) Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.218.5.pp.

Disponible:[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625746/Beltr%C3%A1n\\_CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625746/Beltr%C3%A1n_CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Brian Sexto. THE INFLUENCE OF CREEP ON THE SETTLEMENT OF FOUNDATIONS SUPPORTED BY STONE COLUMNS. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). National University of Ireland, 202015. 235pp.Disponiblen: [file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/Thesis \(Brian Sexton\) B1 PDF 2.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/Thesis (Brian Sexton) B1 PDF 2.pdf).

CONNOR Patrick Hayden. Liquefaction-Induced Building Performance and Near-Fault Ground Motions. Tesis (Grado de ingeniero civil) University of California, Berkeley, 2015.

230pp. Disponible: [https://escholarship.org/content/qt89d1g8hg/qt89d1g8hg\\_noSplash\\_49c842f3b11e70168de9863f2e97a36a.pdf](https://escholarship.org/content/qt89d1g8hg/qt89d1g8hg_noSplash_49c842f3b11e70168de9863f2e97a36a.pdf)

CORTÉS, Jonathan. Estudio exploratorio para la determinación del coeficiente de balasto a partir de ensayos en laboratorio para suelos cohesivos. 2010. Disponible: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6149/estudio\\_exploratorio\\_determinaci%C3%B3n\\_coeficiente\\_balasto.pdf?sequence=1](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6149/estudio_exploratorio_determinaci%C3%B3n_coeficiente_balasto.pdf?sequence=1)

CRESPO, Carlos. 2004. Mecanice de Suelos y Cimentaciones. México: Limusa, 2004. pág. 650p. [ fecha de consulta 26 de setiembre de 2020]. ISBN: 968-18-64891. Disponible: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=mecanica+de+suelos+y+cimentaciones+crespo+villalaz&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=mecanica+de+suelos+y+cimentaciones+crespo+villalaz&btnG=)

DAS, Braja. Principios de ingeniería de cimentaciones. 4.a ed. Sacramento: International Thomson Editores, 2001. 880pp. ISBN:9706860355

ESCOBAR, Alex. Diseño de cimentación y estudio de suelo en el minicomplejo deportivo del centro poblado de Ampas-Huari. Tesis (grado de ingeniero) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2018.11. pp. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2670/ESCOBAR%20TRUJILLO%20ALEX.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FERNÁNDEZ, Wilfredo. Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad Universitaria. Tesis (grado de doctorado en ciencias) Universidad Nacional De Cajamarca. 2015.20. pp. Disponible: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1427>

FARINA, Henry y HUAPAYA, Oscar. Formulación de cimentación superficial para un centro comercial de 3 pisos en una zona con suelos licuables en la encantada –Chorrillos. Tesis (grado de ingeniero civil) Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. 2019.35. pp.

Disponible: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625174/Farina\\_BH.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625174/Farina_BH.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Hsing-Chiang Huang, Chin-Sheng Kao, and Chang-Huan Kou. OPTIMAL DESIGN AND SEISMIC RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BRACED WITH SHEAR WALLS.2018.5. pp. Disponible en:[https://www.researchgate.net/publication/331304257\\_Optimal\\_Design\\_and\\_Seismic\\_Resistance\\_of\\_Reinforced\\_Concrete\\_Structures\\_Braced\\_with\\_Shear\\_Walls](https://www.researchgate.net/publication/331304257_Optimal_Design_and_Seismic_Resistance_of_Reinforced_Concrete_Structures_Braced_with_Shear_Walls).

Inseun Yuri Salena. A Case Study of Foundation Failure in The Existing Residential Building. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, Meulaboh,2016.102 pp. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/280499262.pdf>

JIMÉNEZ, Alberliter; PAZ, Norberto. Determinación de la capacidad portante admisible del suelo para cimentaciones superficiales en la habilitación urbana la colina, del distrito Tarapoto, San Martín. Universidad científica del sur del Perú 2020. 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1196>.

Gonzales, Luis, y otros. 2002. Ingeniería Geológica. [ed.] Isabel Capella. Madrid: Pearson Education, 2002. pág. 744. ISBN: 84-205-3104-9.

GONZÁLEZ, María y PESÁNTEZ, Orlando. Estudio comparativo entre las envolventes efectivas obtenidas con ensayos triaxiales consolidado drenado y consolidado-no drenado, con medición de presión de poro, en suelos compactados saturados de la presa chojampe 2 de la provincia de los ríos. Tesis (grado de doctorado) Universidad De Cuenca.2015.45. pp. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/Tesis.pdf>

GONZÁLEZ DE VALLEJO, Luis I.; HIJAZO RAMIRO, Teresa; FERRER GIJÓN, Mercedes. Engineering geological properties of the volcanic rocks and soils of the Canary Islands. Soils & rocks, 2008, vol. 31, no 1, p. 3-13.

HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]. "Metodología de la Investigación". [en línea]. 6.a ed. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014. [fecha de consulta 12 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial> 86 ISBN: 978-1-4562-2396-0.

LIMA, Niel y HUAYNA, Oscar. Evaluación de Asentamientos y Daños Estructurales en Viviendas de la Urbanización San Valentín de la Ciudad de Puno. Tesis (Título en Ingeniería civil). Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Facultad de Ingeniería Y Ciencias Puras. 2015. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/90>.

LOTERO, David. Modelo para monitorear el asentamiento diferencial de fundaciones. Trabajo de grado para optar el título de ingeniero civil. 2016. Colombia: Escuela De Ingeniería De Antioquia Ingeniería Civil Envigado. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2061>.

Nureña, Juan. Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo, TRUJILLO. Universidad Privada Del Norte. Tesis (Grado de ingeniero). 2017. 44. pp Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11168/Nure%C3%B1a%20Zavaleta%20Juan%20Francisco.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

MORALES, Filder. Alternativas de cimentaciones superficiales para edificaciones cimentadas en un terreno con asentamiento diferencial. Tesis (título en ingeniería civil). Huancayo: Universidad Continental Facultad De Ingeniería. 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4839>.

MOLINA, Karina. Solución de cimentación ante fallas estructurales en vivienda ubicada en Tacajó, construida sobre suelo expansivo. Tesis (Licenciatura). Cuba: Universidad de Holguín, Facultad de Ingeniería, Departamento de Construcciones. 2016.

Norma Técnica de Edificaciones: Suelos y Cimentaciones E.050. Lima, 2006. 55pp.

NIÑO, Víctor. 2011. Metodología de la investigación. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. pág. 156. ISBN:978-9588675-94-7. Disponible en: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Metodologia+de+la+i](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Metodologia+de+la+i)

nvestigacion+NI%C3%91O+ROJAS&btnG=.Disponible en:<https://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/5615>

OYOLA, Romer y OYOLA, Luis. Uso de la teoría de Mohr-Coulomb para explicar el mejoramiento de suelos mediante el proceso de compactación. Revista Arquitectura e Ingeniería, 2018, vol. 12, no 1, p. 4. Disponible: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/8391/7925>.

PAJUELO, Armando. Diseño geotécnico de la cimentación del mercado modelo Villas de Ancón distrito de Ancón. 2018.

PALOMINO, Ana. Evaluación geotécnica aplicada al diseño de cimentaciones superficiales, en el distrito de Ventanilla, Lima-2018. 2018. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25368/Palomino\\_AA\\_C.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25368/Palomino_AA_C.pdf?sequence=1)

PATZÁN, J. E.; DE JESÚS, Jéser Esaú. Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. Disponible: [https://www.academia.edu/download/60832306/cimentaciones\\_en\\_taludes20191008-60565-1ouloe1.pdf](https://www.academia.edu/download/60832306/cimentaciones_en_taludes20191008-60565-1ouloe1.pdf)

PICÓN, Alexis y RUIZ, Luis. Análisis del problema de interacción suelo-estructura para un pórtico 2D en suelos granulares. Tesis (Título En Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias e Ingeniería. 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14314>.

PUMA, Miguel y RINCON, Pablo. Evaluación del potencial de licuación del material de relave en la presa zona norte en la mina Cobriza –Perú. Tesis (grado para ingeniero) Universidad Ricardo Palma.2015.30. pp. Disponible en:[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2217/rincon\\_pe-puma\\_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2217/rincon_pe-puma_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

QUISPE, Yovana y CANAHUIRE, Dina. Evaluación de las causas de asentamiento y agrietamiento de las construcciones en la urbanización residencial Villa Médica

de la ciudad de Juliaca. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Facultad de Ingenierías Y Ciencias Puras. 2015. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/270>.

RAMÍREZ, Manuel. Cálculo de asentamientos diferenciales en la interfase suelo-roca, del edificio de ingeniería petrolera de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, Nuevo León. Tesis (Maestría en Ciencias Geológicas). México: Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad De Ciencias de la Tierra. 2017. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/17839>.

ROA ALVARADO, Renzo Orlando; VIDAL SAENZ, Oscar. Evaluación tecnico-economica de cimentaciones en terreno con baja capacidad portante, caso: Edificio Marañón de Huamachuco, La Perla, Callao 2019. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2629/PROYETO%20TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RODRIGUEZ, William. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica suelos y cimentaciones. Lambayeque: s.n., 2019. pág. 298. Disponible en: [https://www.academia.edu/38931233/INGENIER%20C3%8DA\\_GEOT%20C3%89CNICA\\_2019\\_Suelos\\_y\\_Cimentaciones\\_LIBRO](https://www.academia.edu/38931233/INGENIER%20C3%8DA_GEOT%20C3%89CNICA_2019_Suelos_y_Cimentaciones_LIBRO).

SAÑUDO, Lya. La ética en la investigación educativa. Hallazgos, 2006, vol. 3, no 6. PP.83-98. ISSN:1794-3841. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413835165006>.

SALVADOR, Héctor. Manual de procedimientos analíticos para suelos y agregados de construcción. 2017. Disponible: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2745/ING\\_544.pdf?sequ](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2745/ING_544.pdf?sequ)

TARDEO DE LA CRUZ, Cesar y ZANABRIA, Ever. Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de huayllapampa del distrito de cuenca Huancavelica. 2016.. Tesis (grado de ingeniero) Universidad Nacional de Huancavelica.2016.15. pp. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1935/TESIS%20TARDEO%20Y%20ZANABRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VILELA, América. Diseño de zapata aislada central, excéntrica, esquinera y su procedimiento constructivo de un edificio de hormigón armado de 5 pisos. 2020. Disponible: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15883/1/ECFIC-2020-IC-DE-00052.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización

**TITULO: "Asentamiento Diferencial de una Estructura Inducida por la falla de los terrenos en el distrito de Ancon- Lima 2021"**

Autor: Facundo Chinguel Luciano

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente (X): Falla del terreno	Parámetros del suelo	Tipo de suelo	Análisis granulométrico(NTP 339.128), Límite líquido y límite plástico( NTP339.129)
¿Cómo se relaciona el asentamiento diferencial de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima - 2021?	Evaluar la relación entre el asentamiento diferencial de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima -2021.	Existe relación entre el asentamiento diferencial de una estructura y la falla de los terrenos en el distrito de Ancón, Lima -2021.			Propiedades Físicas	Pesos específicos(NTP 339.131), Contenido de humedad( NTP.339.127)
					Propiedades Mecánicas	Ensayo de compresión triaxial(ASTM.D7181)
					Propiedades Químicas	Contenido de sulfatos solubles(NTP.339.178), Contenido de cloruros solubles(NTP.339.177)
Problemas Específicos	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas		Capacidad de carga	Capacidad de carga límite Capacidad de carga admisible	Teoremas de Terzaghi y teorema de Meyerhof
¿De qué manera influyen los parámetros del suelo en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón?	Determinar de qué manera influyen los parámetros del suelo en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.	Los parámetros del suelo influyen en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.	Cimentaciones superficiales	Criterios de diseño	Zapatas aisladas & Vigas de cimentación	
¿De qué manera afecta la capacidad de carga al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón?	Analizar de qué manera afecta la capacidad de carga al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.	La capacidad de carga afecta al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.	Variable dependiente (Y): Asentamiento diferencial	Teoría de la consolidación	Asentamiento inmediato consolidación primaria y secundaria	Teorema de la consolidación
¿De qué manera influyen las cimentaciones superficiales al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón?	Analizar de qué manera influyen las cimentaciones superficiales al asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.	Las cimentaciones superficiales influyen en el asentamiento diferencial de una estructura en el distrito de Ancón.		criterios de asentamiento	Suelos y cimentaciones	Norma E.050

Anexo 2: Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable dependiente (Y):</b>  Asentamiento diferencial	Según Morales (2018 pág. 55), define que; El asentamiento de una cimentación se divide en dos categorías principales, asentamiento elástico o inmediato y el asentamiento por consolidación (primaria y secundaria), la suma de ambos asentamientos se da el asentamiento global o total	La variable asentamiento diferencial será medida en base a las dimensiones, asentamiento inmediato, consolidación primaria y secundaria y los criterios de asentamiento.	Teoría de la consolidación	Asentamiento inmediato	Ordinal
				Consolidación primaria y secundaria	Ordinal
			Criterios de asentamiento	Suelo y cimentaciones	Nominal
<b>Variable independiente (X):</b>  Falla del terreno	De acuerdo a Rodríguez (2019 pág. 127), Varios accidentes se producen por el colapso del suelo, ocasionando muertes a los trabajadores. Además, se ocasionan daños a las propiedades adyacentes, cuando se hacen excavaciones, para colocar tuberías de agua o desagüe, o para construir cimentaciones.	La variable falla del terreno será medida considerando los parámetros del suelo y la capacidad de carga.	Parámetros del suelo	Tipos de suelos	Nominal
				Propiedades Físicas	Razón
				Propiedades Mecánicas	Razón
				Propiedades Químicas	Razón
			Capacidad de carga	Capacidad de carga limite	Razón
				Capacidad de carga admisible	Razón
Cimentaciones superficiales	Criterios de diseño	Nominal			

### Anexo 3: cálculos de diseño

#### Falla por corte general para cimiento corrido Terzaghi

cimiento corrido de 0.4 ancho, Df=1  
 calculo de los limites de carga

B=	0.4 m	q=y*df	(φ)°=	28.3
L=	0 m		C=	0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Df=	1 m		Y prom.=	1,632.20 kg/cm <sup>2</sup>
			F=	3
Nc=	32.429			
NY=	20.597			
Nq=	18.461			

**Tersaghi corte general**

$$qu = cNc + qNq + \frac{1}{2} \gamma \cdot BNy$$

qu=	36871.61909	3.687 kg/cm <sup>2</sup>	qadm=	1.229 kg/cm <sup>2</sup>
-----	-------------	--------------------------	-------	--------------------------

Fuente: Elaboración propia

#### Falla por corte local

Tersaghi corte local	cimentacion corrida		
qu= 2/3c N'c +qN'q+ 0.3 γ BN'γ (cimentación corrida)			
N'c=	17.4		
N'γ=	5.176		
N'q=	7.247		
qu=	12853.94546	1.2853	qadm= 0.42843333

Fuente: Elaboración propia

## Cimiento corrido teoría de Meyerhof

Teoria de meyerhof		cimentacion corrida			
factores de capacidad carga					
Nc=	32.429				
NY=	20.597				
Nq=	18.461				
Factores de forma		factores de profundidad		factor de inclinacion	
SC=	1.22	dc=	1.41	lc=	1.7277
Sq=	1.2154	dq=	1.256	lq=	1.7277
Sy=	0.7846	dy=	1.256	ly=	0.47
$q_u = cN_c d_c S_c i_c + qN_q S_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_y S_y d_y i_y$					
qu=	81949.91288	8.1949 kg/cm <sup>2</sup>	qadm=	2.73163333	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

## Zapata cuadrada de 1.2m corte general

### Corte local

Zapata cuadrada de 1.2m, Df=1.5			
calculo de los limites de carga			
B=	1.2 m	q=y*df	(φ)°= 28.3
L=	1.2 m		C= 0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Df=	1.5 m		Y prom.= 1,632.20 kg/cm <sup>2</sup>
			F= 3
Nc=	32.429		
NY=	20.597		
Nq=	18.461		
<b>zapata cuadrada, B=1.2; L=1.2</b>		<b>Tersaghi corte general</b>	
<b>qu = 1.3cNc + qNq + 0.4γBNy</b>		<b>Cimentacion cuadrada</b>	
B=	1.2 m	q=y*df	(φ)°= 28.3
L=	1.2 m		C= 0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Df=	1.5 m		Y prom.= 1,632.20 kg/cm <sup>2</sup>
			F= 3
Nc=	32.429		
NY=	20.597		
Nq=	18.461		
qu=	18605.80051	1.86058005 kg/cm <sup>2</sup>	qadm= 0.62019335

corte local	
$qu=0.867 cNc' + qNq' + 0.4\gamma BNy'$	
N'c=	17.4
N'y=	5.176
N'q=	7.247
qu=	21805.3904 2.18053904 kg/cm <sup>2</sup>

## Zapata cuadrada Meyerhof

Teoria de meyerhof		zapata cuadrada de B=1.2m; L=1.2m			
factores de capacidad carga					
Nc=	32.429	Nc=	32.429	( $\phi$ )°=	28.3
NY=	20.597	NY=	20.597	C=	0.49 kg/cm <sup>2</sup>
Nq=	18.461	Nq=	18.461	Y prom.=	1,632.20 kg/cm <sup>2</sup>
				F=	3
Factores de forma		factores de profundidad		factor de inclinacion	
SC=	1.22	dc=	1.41	lc=	1.7277
Sq=	1.2154	dq=	1.256	lq=	1.7277
Sy=	0.7846	dy=	1.256	ly=	0.47
$q_u = cN_c d_c S_c i_c + qN_q S_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_y S_y d_y i_y$					
qu=	19922.32391	1.99223239	kg/cm <sup>2</sup>	qadm=	0.66407746 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Zapata cuadrada de 1.5m

Zapata cuadrada de 1.5m, Df=1.5				
calculo de los limites de carga				
B=	1.5 m	q=y*df	( $\phi$ )°=	28.3
L=	1.5 m		C=	0.49
Df=	1.5 m		Y prom.=	1,632.20
			F=	3
Nc=		32.429		
NY=		20.597		
Nq=		18.461		
zapata cuadrada, B=1.5; L=1.5		Tersaghi corte general		
qu = 1.3cNc + qNq + 0.4 $\gamma$ BNy		Cimentacion cuadrada		
B=	1.5 m	q=y*df	( $\phi$ )°=	28.3
L=	1.5 m		C=	0.49
Df=	1.5 m		Y prom.=	1,632.20
			F=	3
Nc=		32.429		
NY=		20.597		
Nq=		18.461		
qu=	22640.01131	2.26400113	kg/cm2	qadm=
				0.75466704
				kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

*Zapata cuadrada Meyerhof*

	zapata cuadrada de B=1.5m;		
Teoría de meyerhof	L=1.5m		Df= 2
factores de capacidad			
carga			
Nc= 32.429	Nc= 32.429	(φ)°= 28.3	
NY= 20.597	NY= 20.597	C= 0.49	
		Y prom.	
Nq= 18.461	Nq= 18.461	= 1,632.20	
		F= 3	
	factores de		
Factores de forma	profundidad		factor de inclinación
SC= 1.22	dc= 1.41	lc= 1.7277	
Sq= 1.2154	dq= 1.256	lq= 1.7277	
Sy= 0.7846	dy= 1.256	ly= 0.47	
qu= cNc dcSc ic + qNq Sqdq iq + 0.5γBNy Sydyiy			
qu= 24891.0985	2.48910985	kg/cm2	qadm= 0.82970328

Fuente: Elaboración propia

#### **Anexo 4: Recolección de muestras**

Según la norma e.050, nos recomienda realizar tres perforaciones, en términos más conocidos calicatas para el estudio respectivo del terreno a una profundidad de 3m. Se llevo a cabo estas indicaciones en la toma de muestras para nuestro proyecto de investigación.

Descripción: lugar de extracción de calicatas



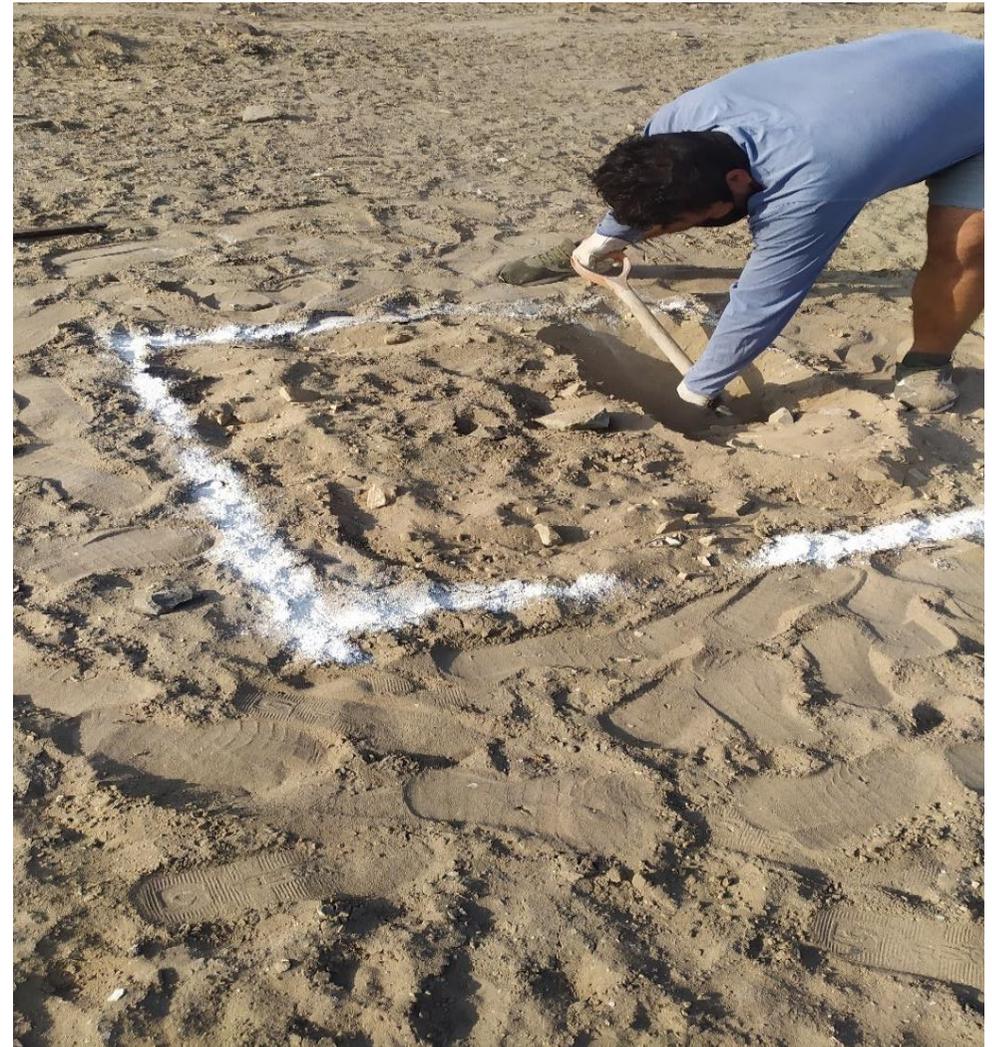
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Triangulación de muestras



Fuente: Elaboración propia

Descripción: excavación manual



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Excavación manual calicatas



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata N°- 01



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Excavación terminada N°- 01



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Profundidad de excavación



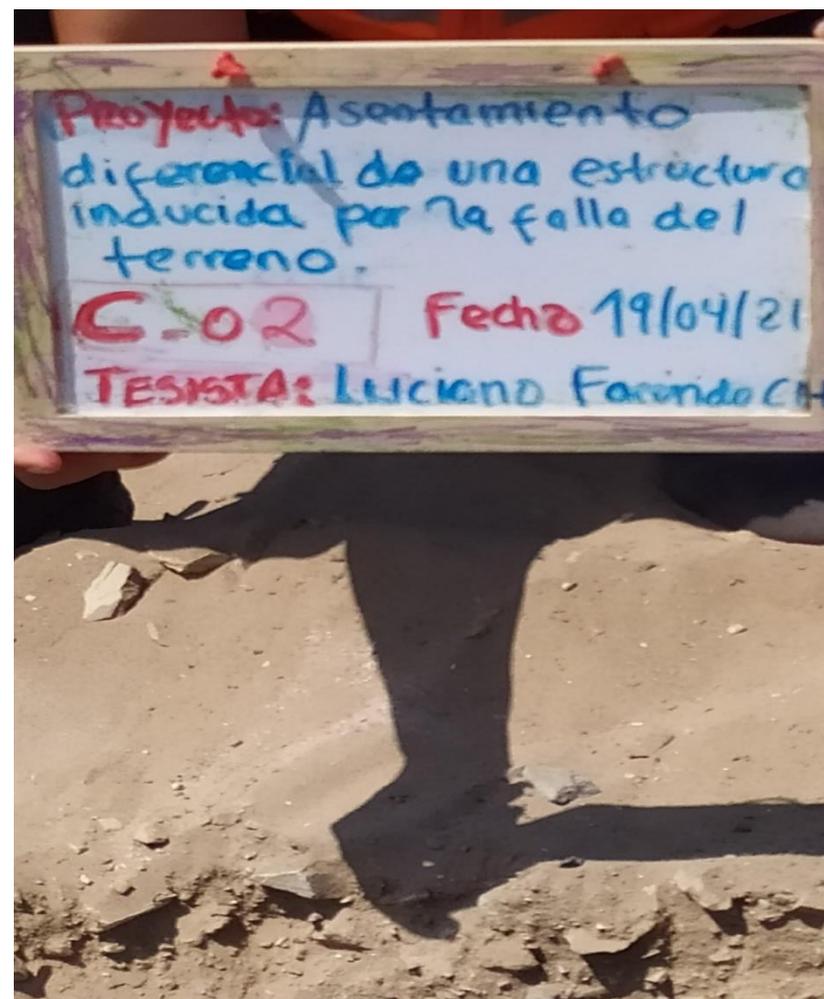
Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata N°-02



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Fecha de Excavación



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata N°-03



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Profundidad de excavación



Fuente: Elaboración propia

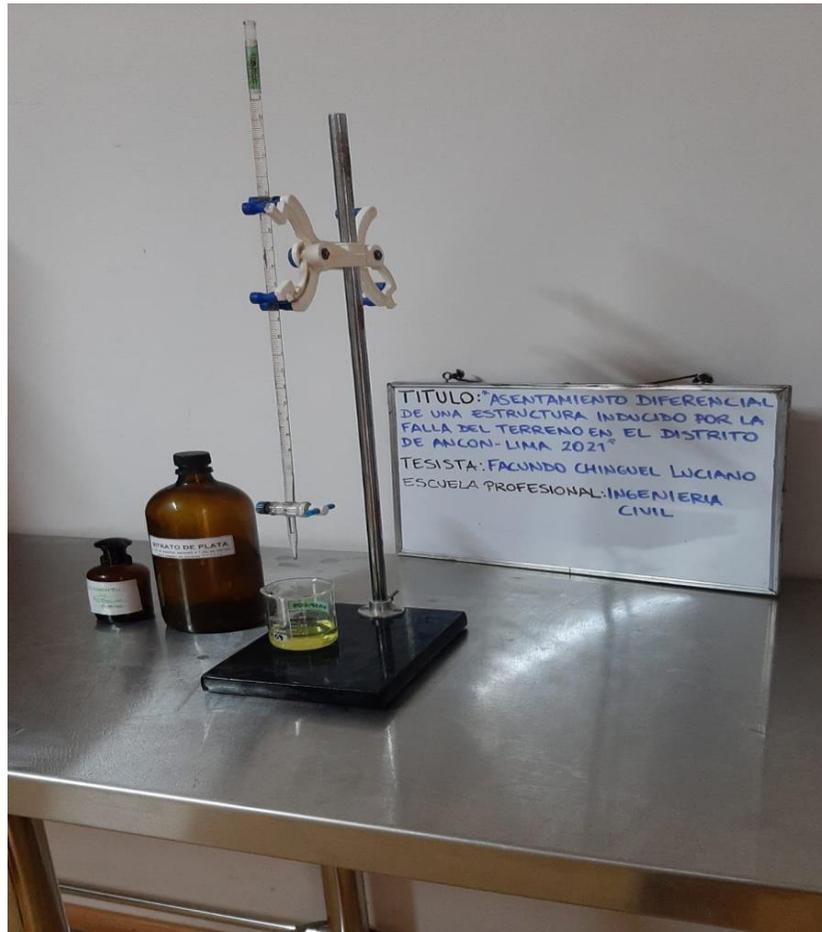
## Anexo 5: Evidencia de procesamientos de datos para ensayos

Descripción: Clasificación SUCS



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Ensayo químico



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Análisis por tamizado



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Pesaje de muestra



Fuente: Elaboración propia

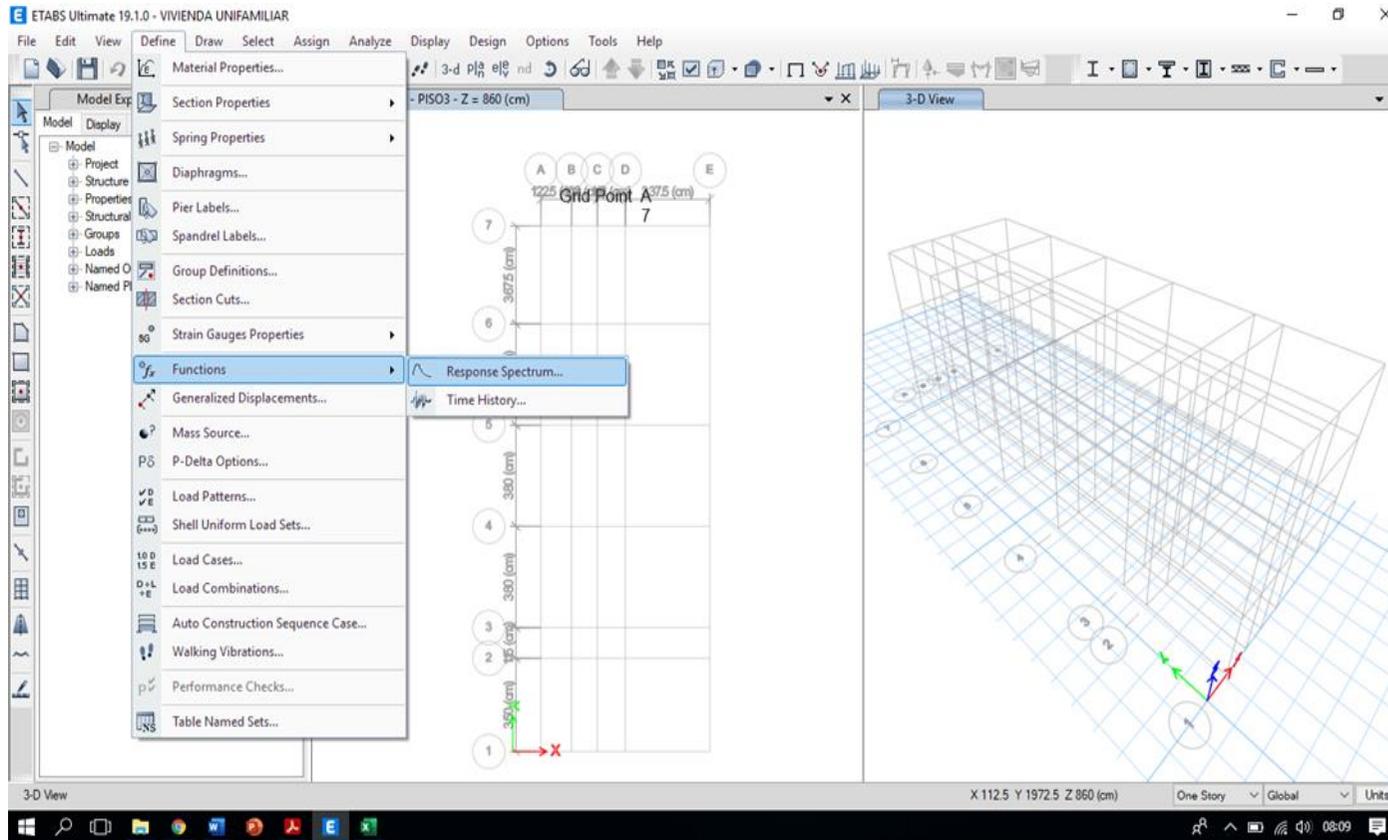
Descripción: Análisis químico



Fuente: Elaboración propia

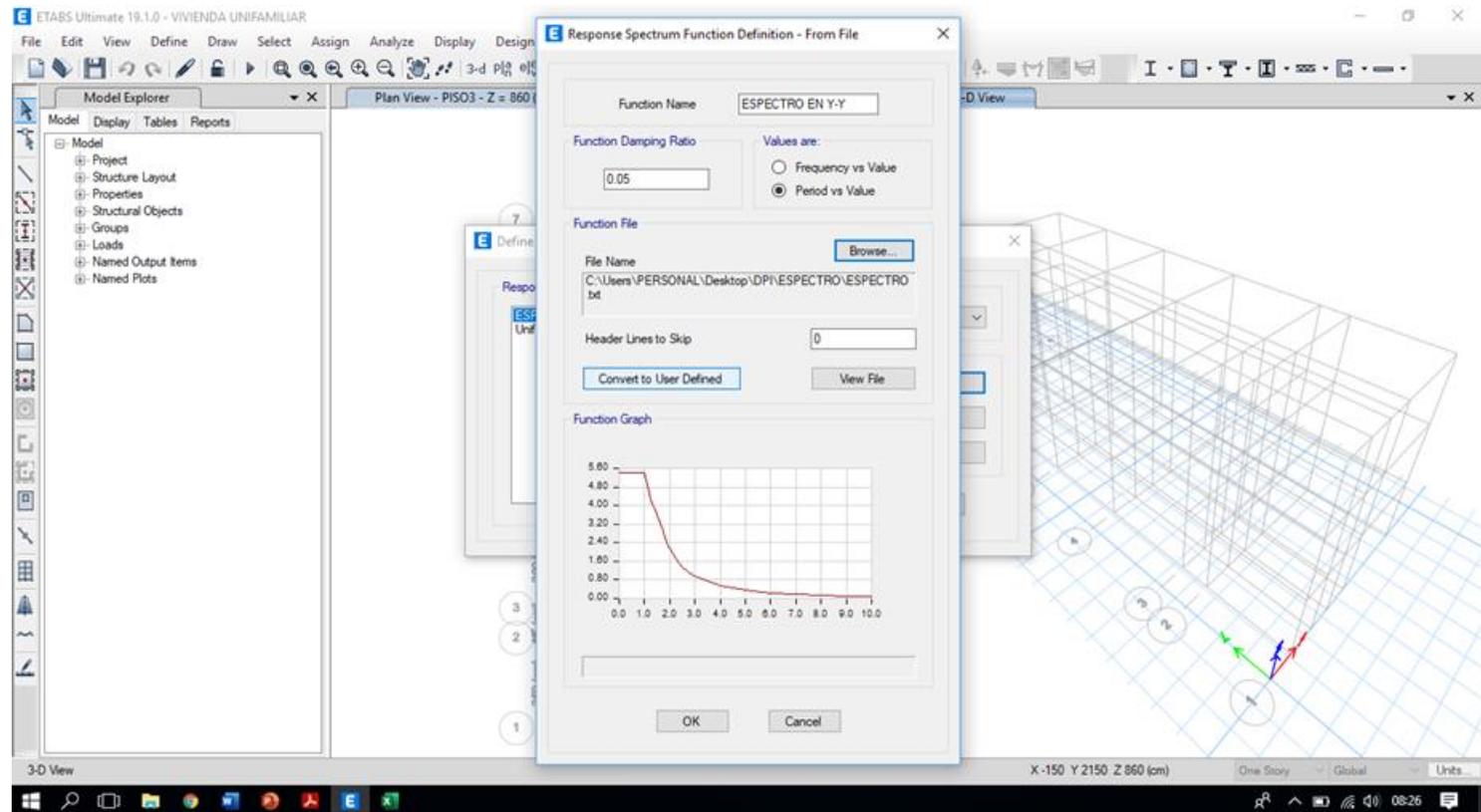
## Anexos 5: Procesamientos de datos en el software Etabs

### Respuesta a un espectro



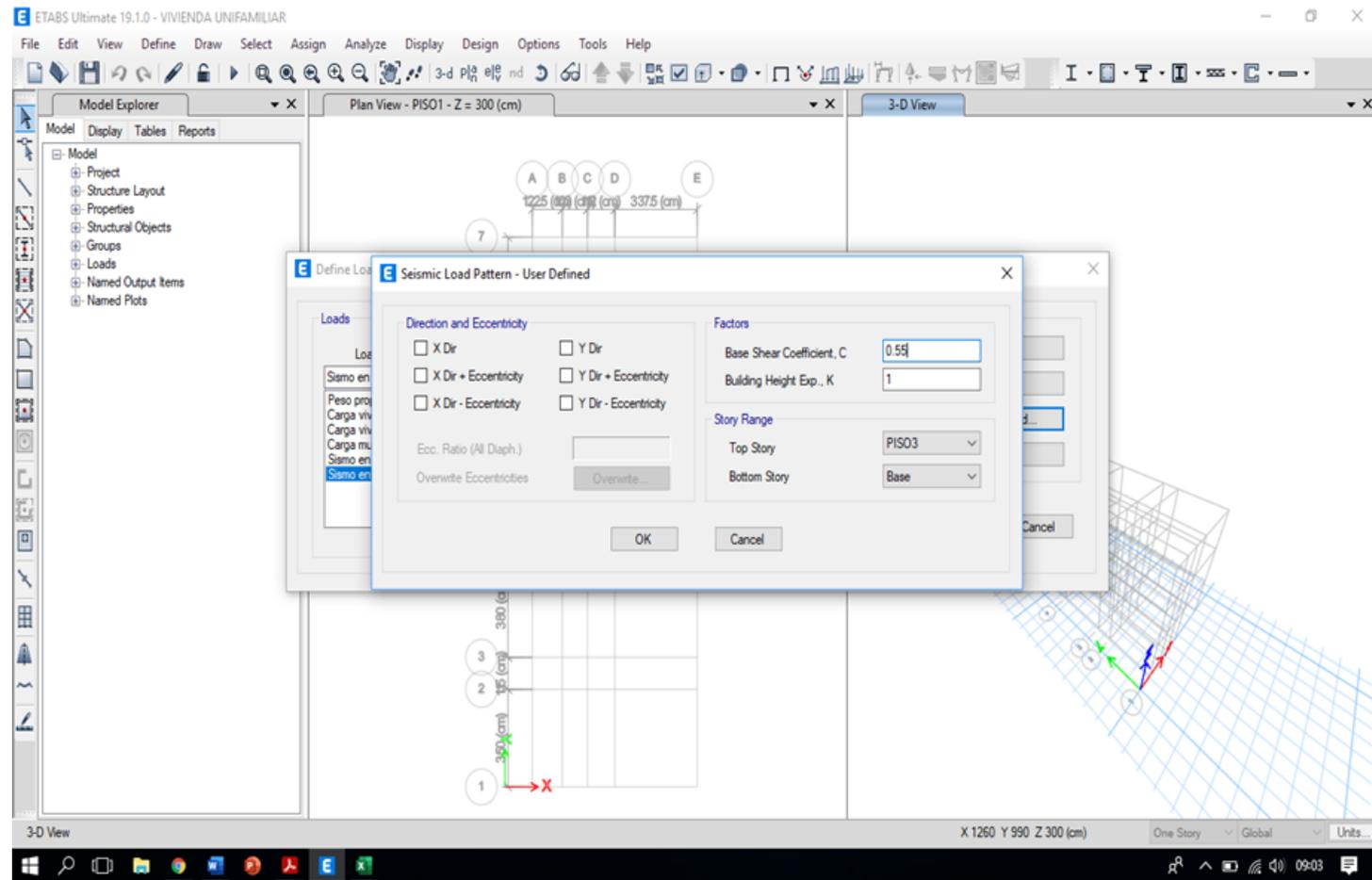
Fuente: Elaboración propia

## Espectro en x-x & y-y



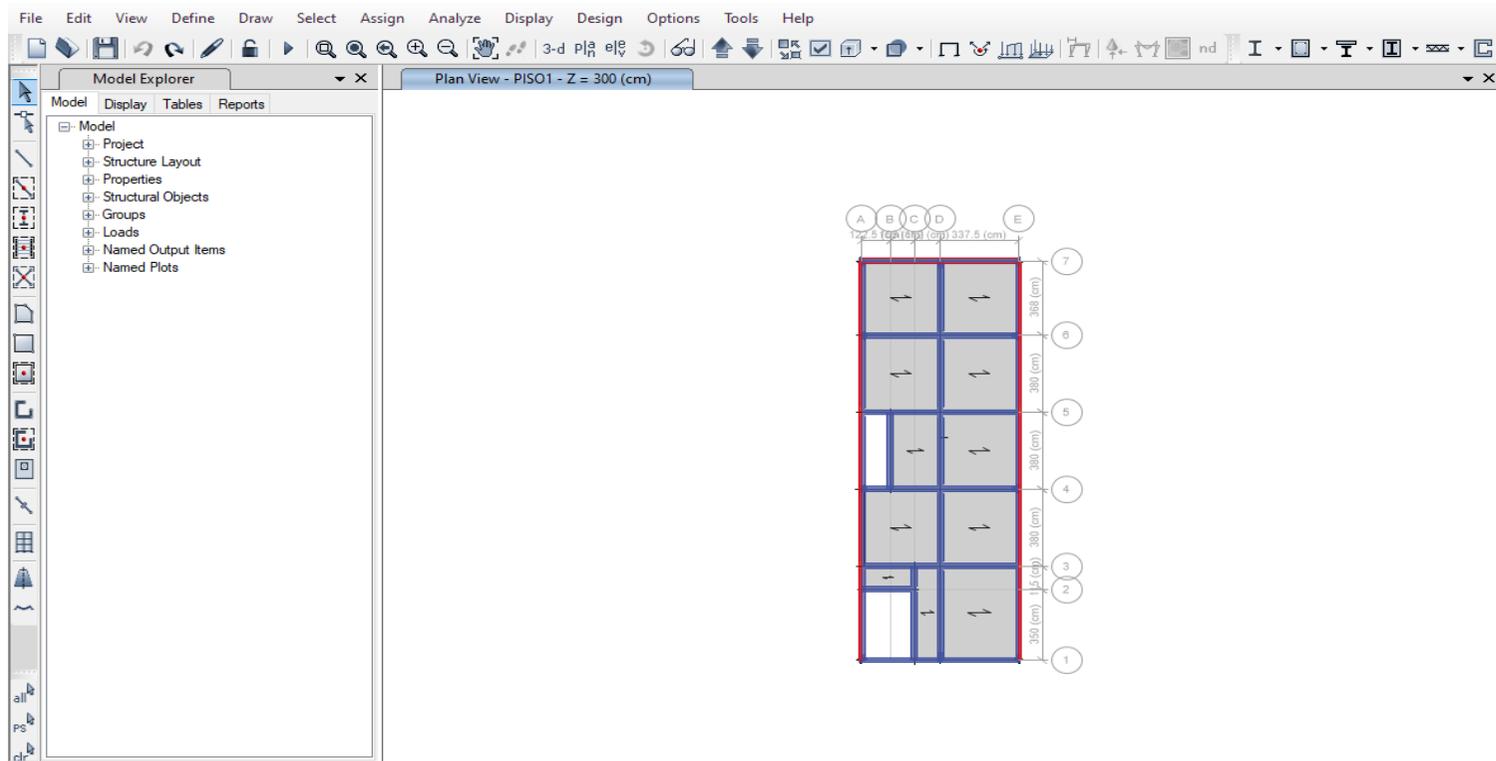
Fuente: Elaboración propia

## Coeficiente de cortante en x-x & y-y



Fuente: Elaboración propia

## Distribución de planta Etabs



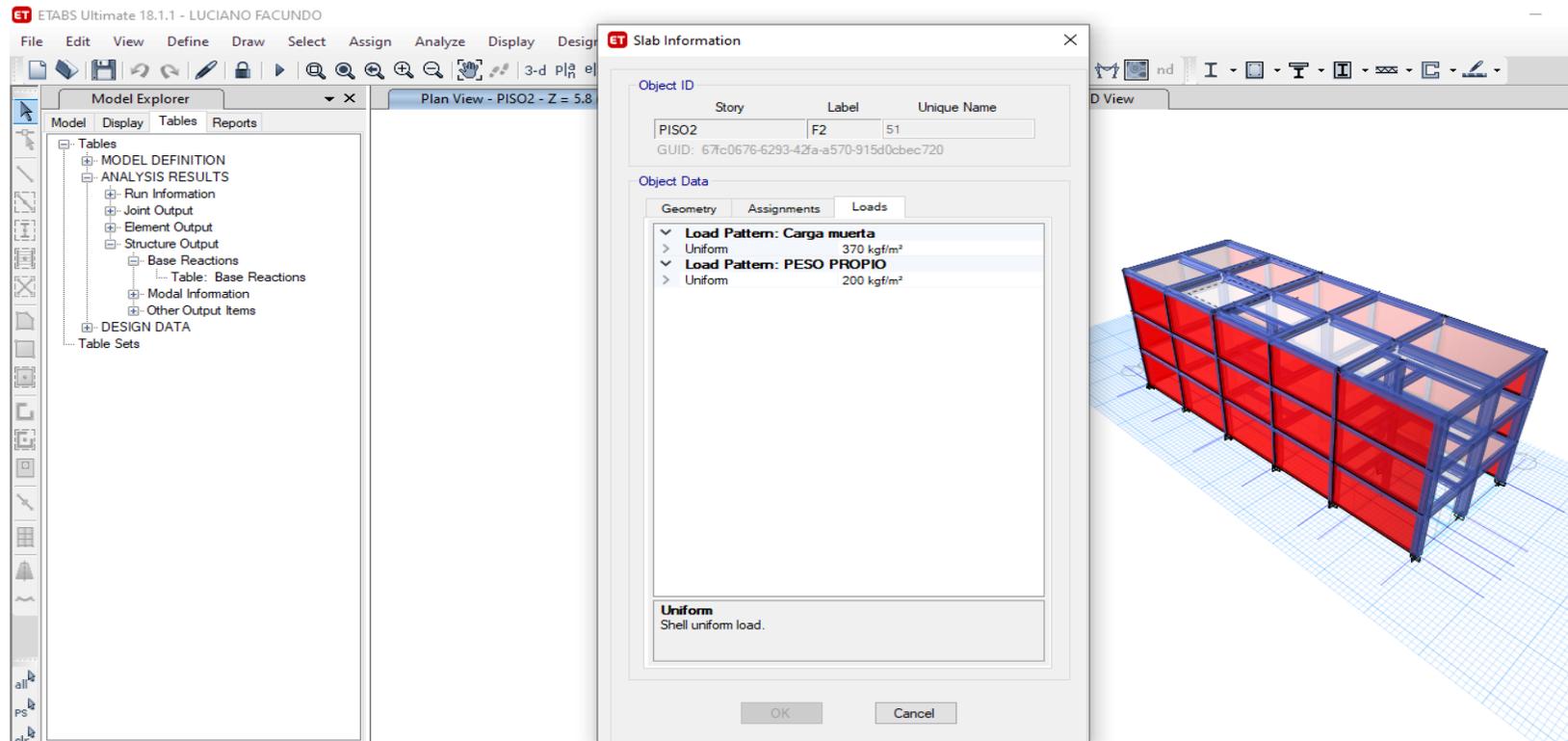
Fuente: Elaboración propia

## Cálculo de Derivas

TABLE: Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift				
							R	DERIVA REAL	NORMA	CONDICION
PISO3	SISMO DINAMICO X-X	LinRespSpec	Max		Y	0.00005	2.25	0.0001125	0.005	BIEN
PISO3	SISMO DINAMICO Y-Y	LinRespSpec	Max		X	4.5E-05	2.25	0.00010125	0.005	BIEN
PISO3	SISMO DINAMICO Y-Y	LinRespSpec	Max		Y	0.00005	2.25	0.0001125	0.005	BIEN
PISO2	Sismo x-x	LinStatic			X	0.0013	2.25	0.0029205	0.005	BIEN
PISO2	Sismo y-y	LinStatic			Y	7.5E-05	2.25	0.00016875	0.005	BIEN
PISO2	SISMO DINAMICO X-X	LinRespSpec	Max		X	4.9E-05	2.25	0.00011025	0.005	BIEN
PISO2	SISMO DINAMICO X-X	LinRespSpec	Max		Y	6.9E-05	2.25	0.00015525	0.005	BIEN
PISO2	SISMO DINAMICO Y-Y	LinRespSpec	Max		X	4.9E-05	2.25	0.00011025	0.005	BIEN
PISO2	SISMO DINAMICO Y-Y	LinRespSpec	Max		Y	6.9E-05	2.25	0.00015525	0.005	BIEN
PISO1	Sismo x-x	LinStatic			X	0.00115	2.25	0.0025875	0.005	BIEN
PISO1	Sismo y-y	LinStatic			Y	7.3E-05	2.25	0.00016425	0.005	BIEN
PISO1	SISMO DINAMICO X-X	LinRespSpec	Max		X	4.5E-05	2.25	0.00010125	0.005	BIEN
PISO1	SISMO DINAMICO X-X	LinRespSpec	Max		Y	6.8E-05	2.25	0.000153	0.005	BIEN
PISO1	SISMO DINAMICO Y-Y	LinRespSpec	Max		X	4.5E-05	2.25	0.00010125	0.005	BIEN
PISO1	SISMO DINAMICO Y-Y	LinRespSpec	Max		Y	6.8E-05	2.25	0.000153	0.005	BIEN

Fuente: Elaboración propia

## Cargas en ETABS



Fuente: Elaboración propia

## Metrado de masas por pisos

ETABS Ultimate 18.1.1 - LUCIANO FACUNDO

File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help

Model Explorer Plan View - PISO2 - Z = 5.8 (m) 3-D View

Centers Of Mass And Rigidity

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Centers Of Mass And Rigidity

Filter: None

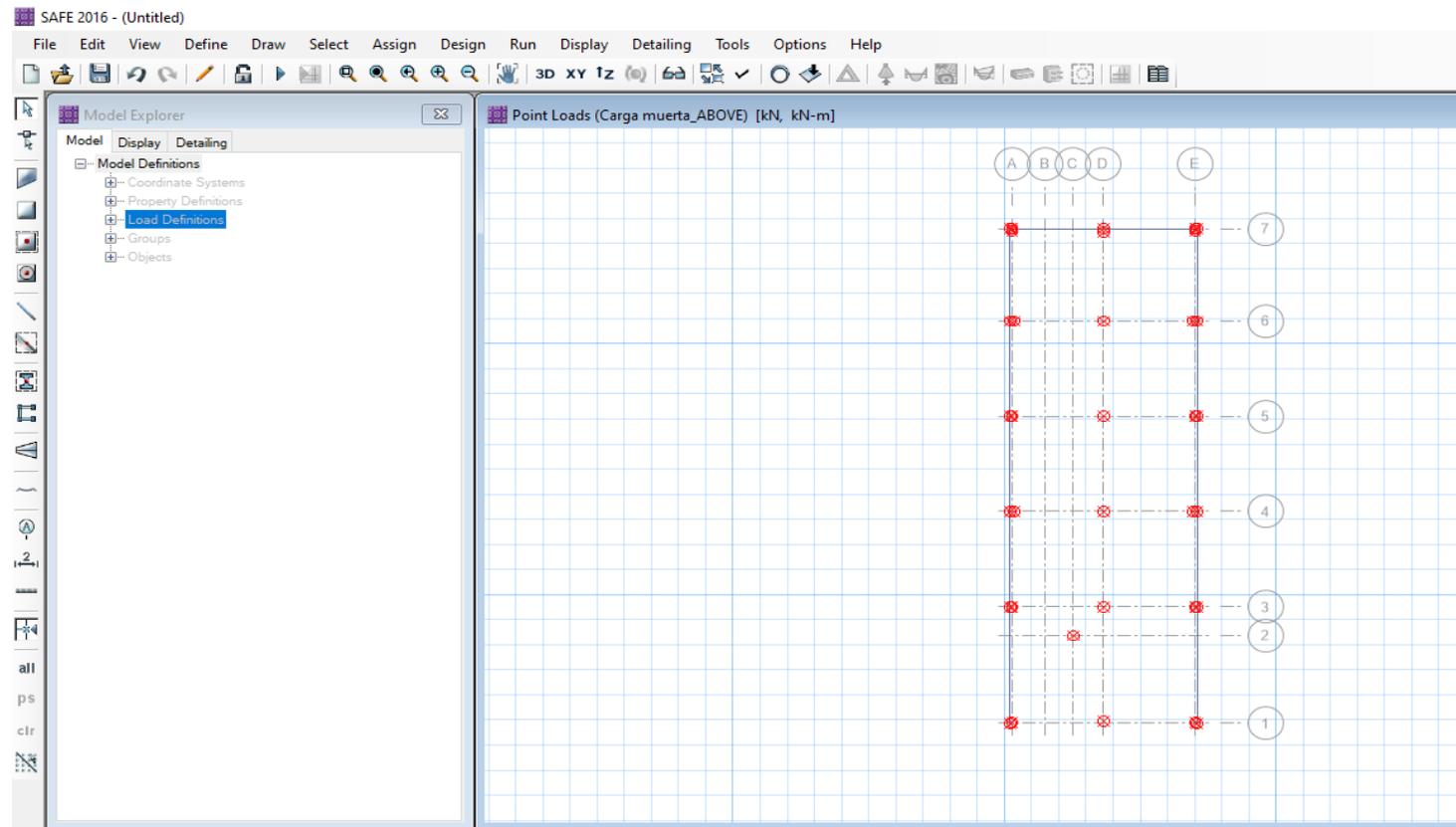
	Story	Diaphragm	Mass X kgf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y kgf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X kgf-s <sup>2</sup> /m	Cum Mass Y kgf-s <sup>2</sup> /m	XCCM m	YCCM m
	PISO1	D1	14874.22	14874.22	22.8008	18.8348	14874.22	14874.22	22.8008	18.8348
	PISO2	D2	14662.71	14662.71	22.803	18.8226	14662.71	14662.71	22.803	18.8226
▶	PISO3	D3	11976.41	11976.41	22.8474	18.6055	11976.41	11976.41	22.8474	18.6055

Record: << < 3 > >> of 3 Add Tables... Done

Fuente: Elaboración propia

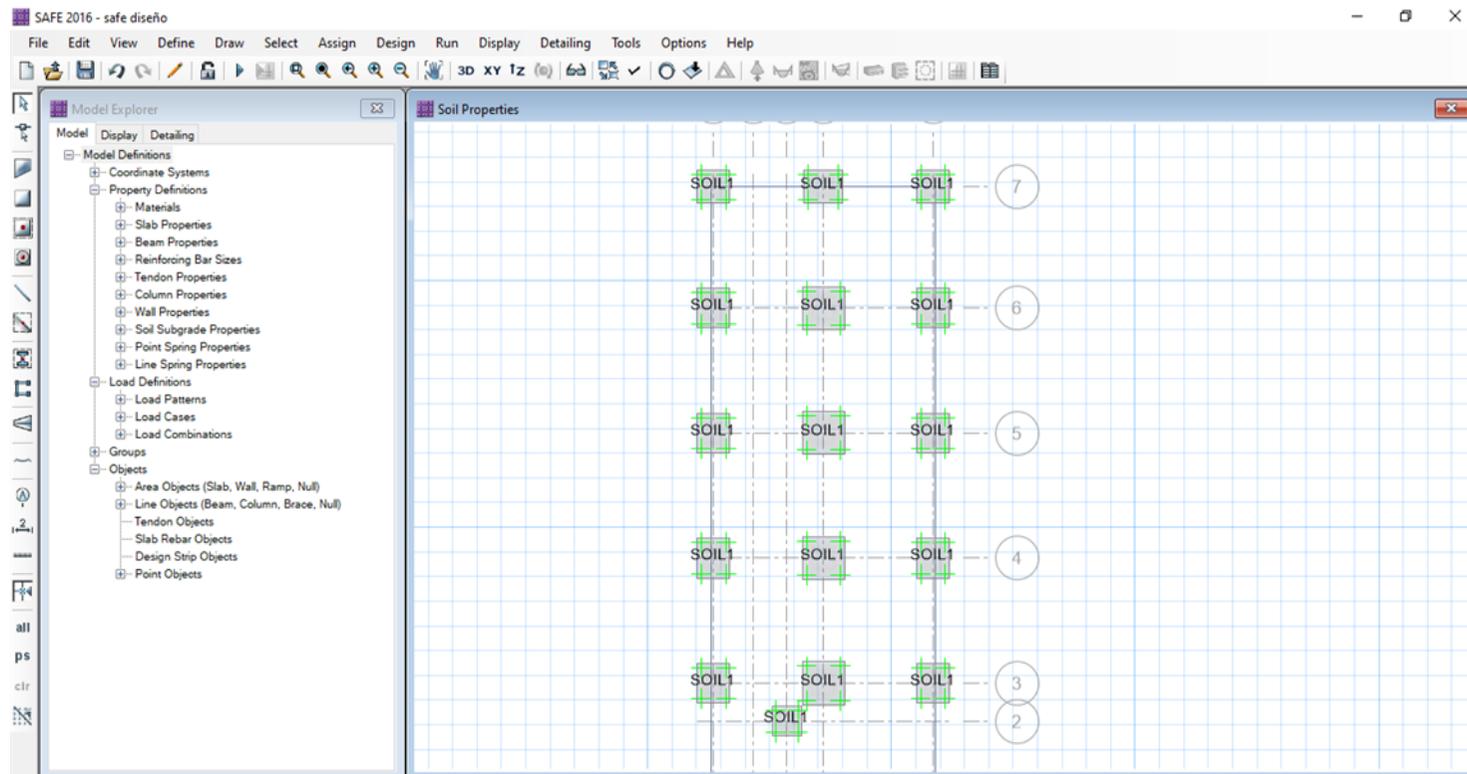
## Anexos 6: Procesamientos de datos en el software Safe

### Importación de etabs hacia safe



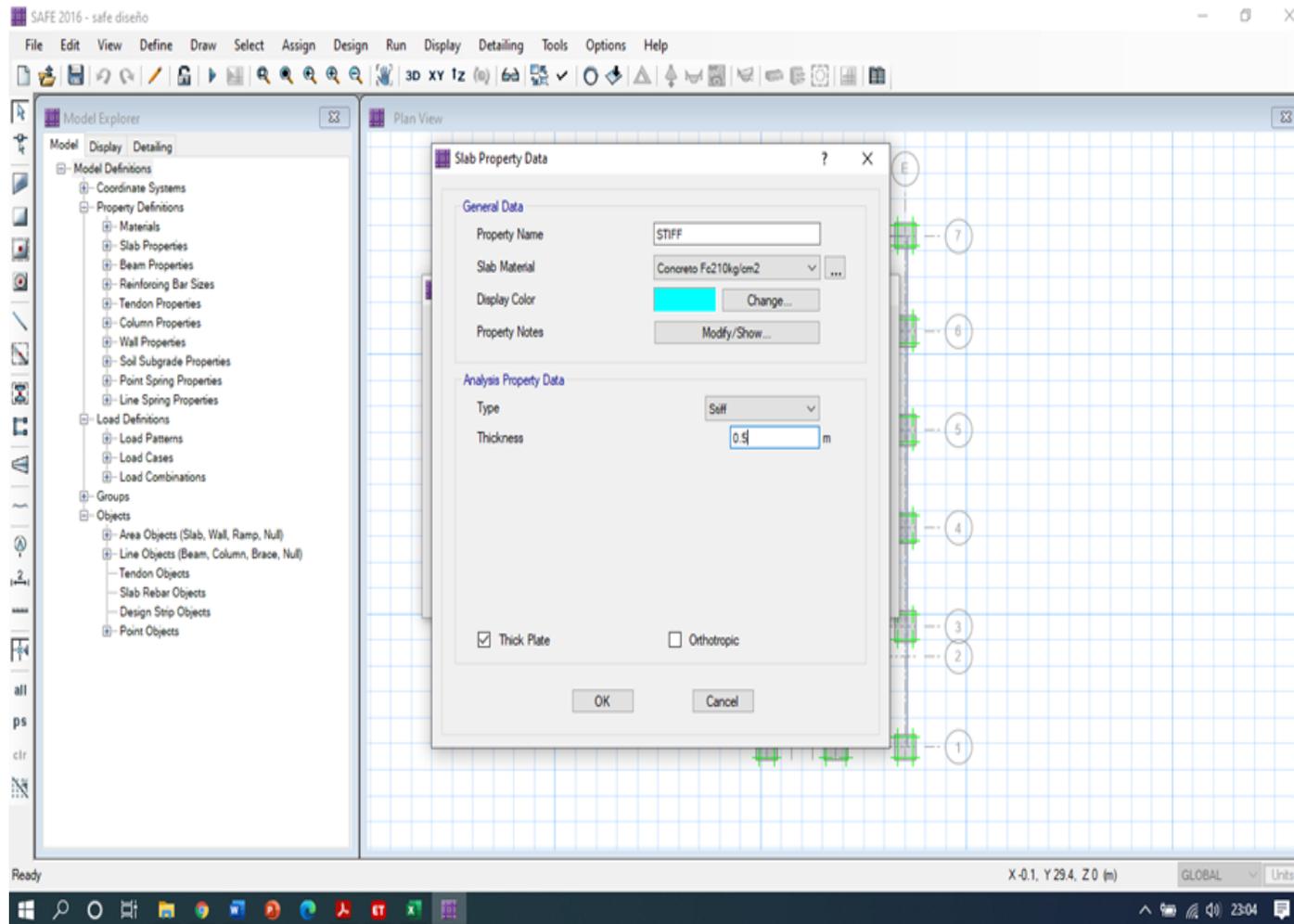
Fuente: Elaboración propia

## Zapatas aisladas



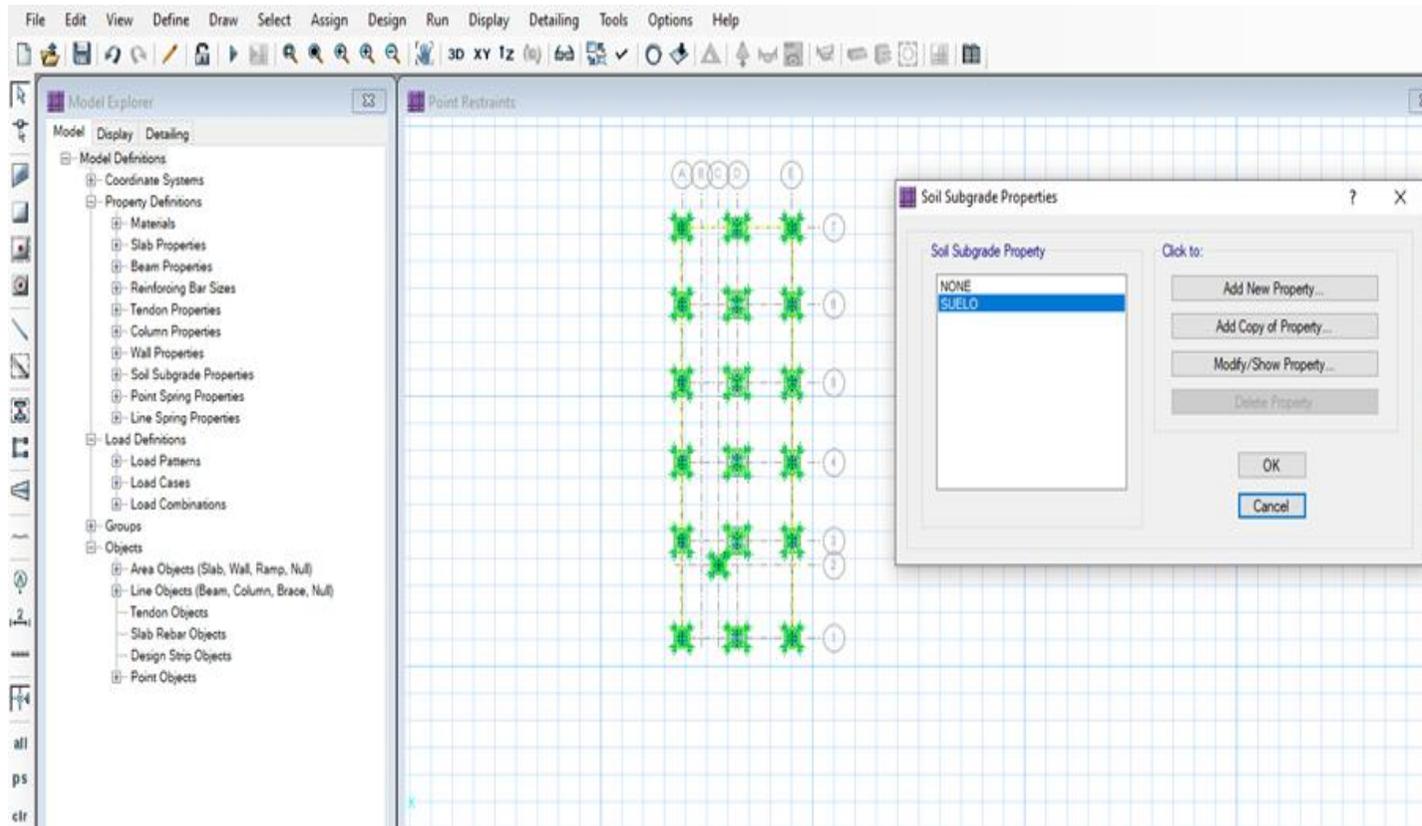
Fuente: Elaboración propia

## Creando rigidizadores



Fuente: Elaboración propia

## Agregando propiedades al suelo

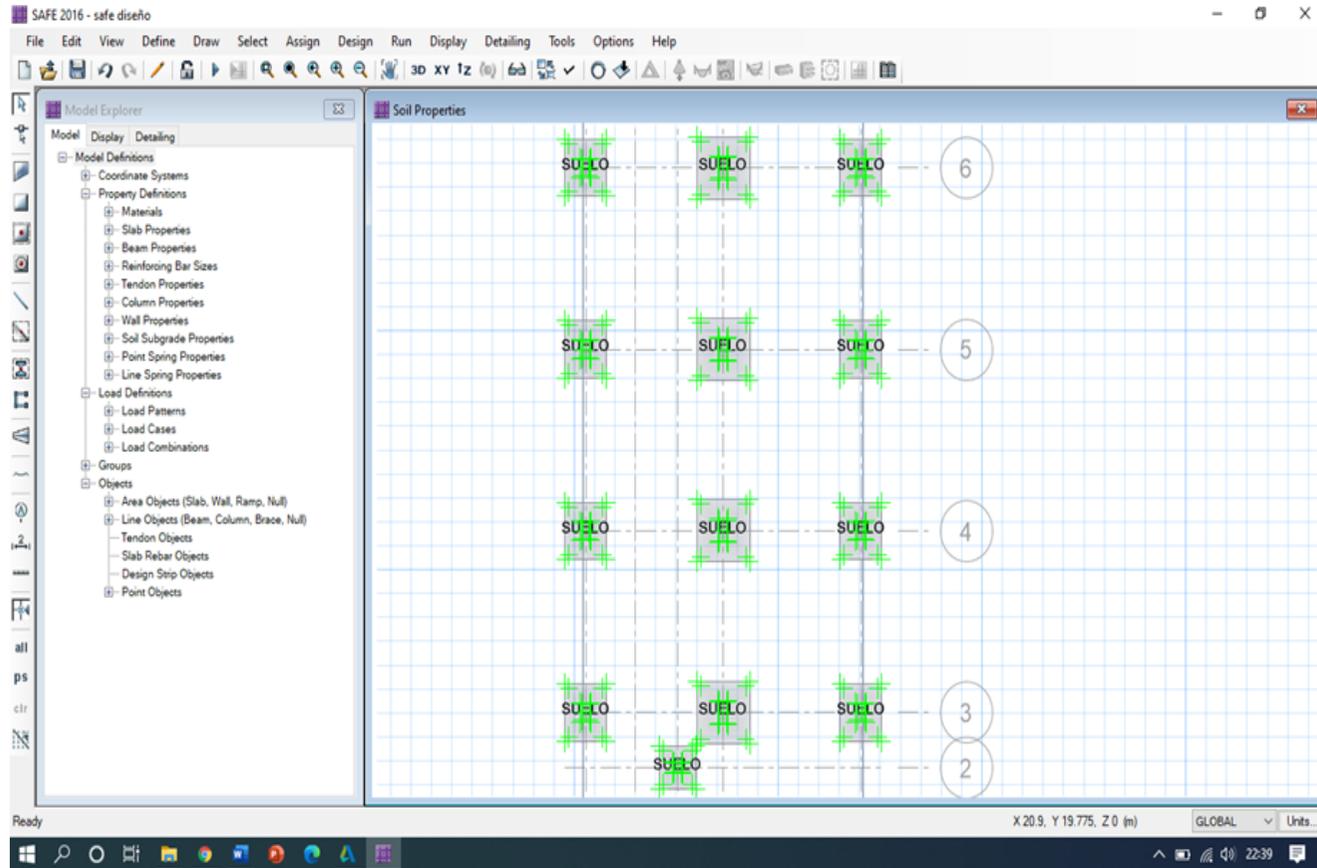


Fuente: Elaboración propia

Módulo de wincler

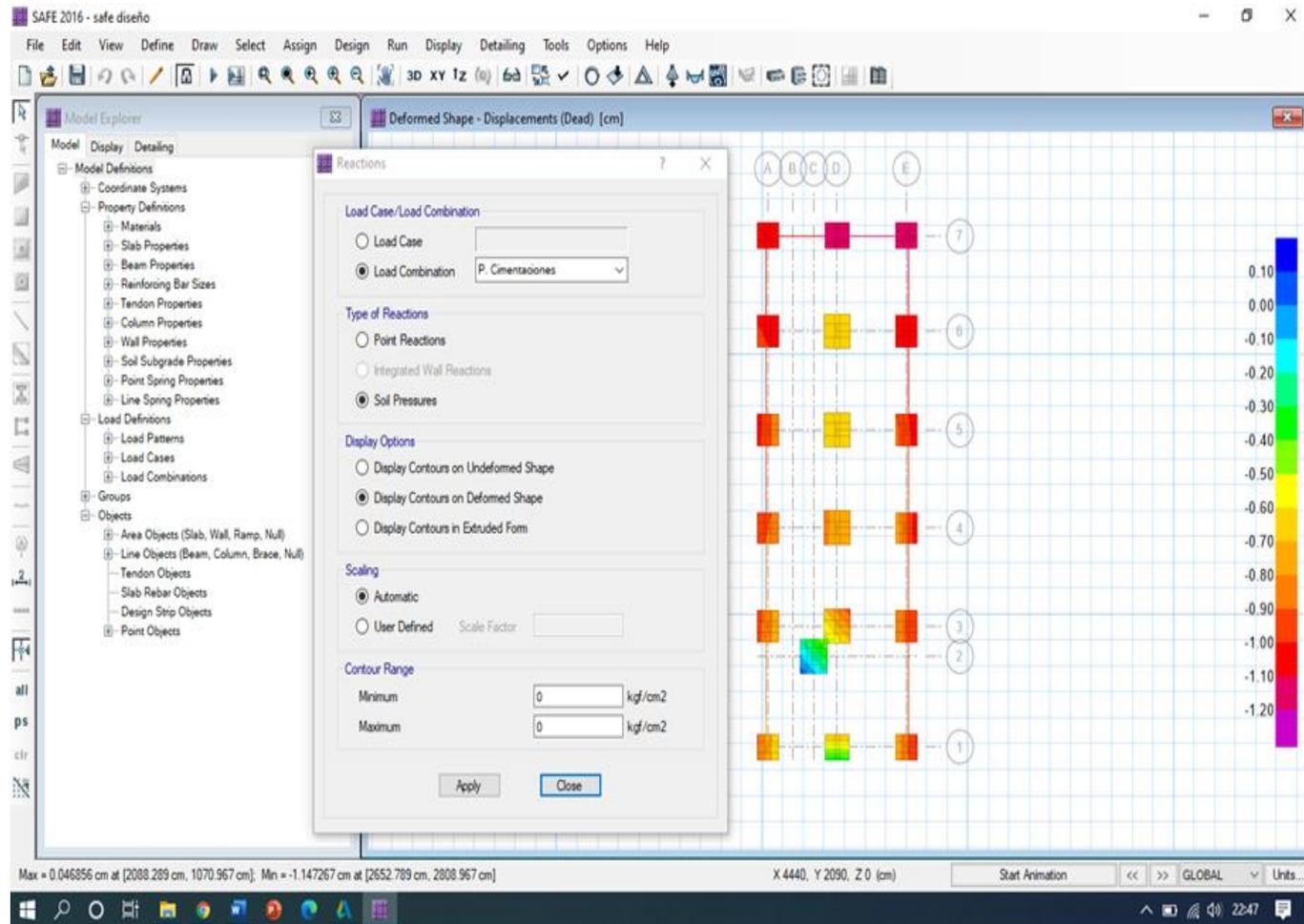
Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

## Propiedades agregadas



Fuente: Elaboración propia

## Descripción: Combinación de carga para la cimentación



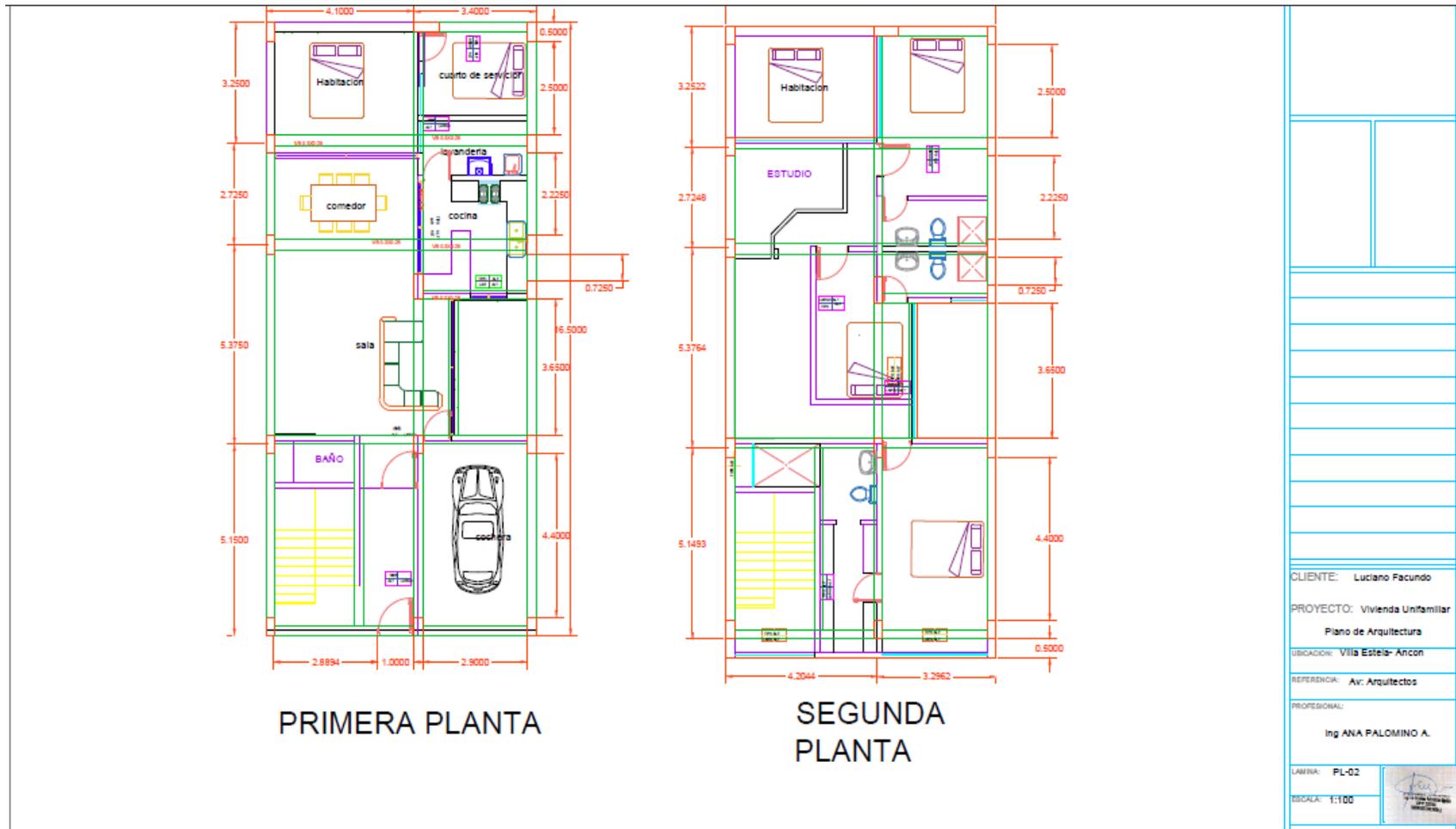
Fuente: Elaboración propia

Asentamientos en safe

TABLE: Nodal Displacements - Summary								
Panel	Node	OutputCase	CaseType	Ux	Uy	Asentamientos Safe	Asentamiento calculado	Asentamiento Admisible > Safe
Text	Text	Text	Text	cm	cm	cm	cm	3.2cm
1	273	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.128703	2.4	OK
2	348	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.180155	2.4	OK
3	453	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.219514	2.4	OK
4	227	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.223698	2.4	OK
5	246	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.2253	2.4	OK
6	404	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.224463	2.4	OK
7	582	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.156628	2.4	OK
8	216	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.219206	2.4	OK
9	579	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.254266	2.4	OK
10	579	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.254266	2.4	OK
11	575	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.24274	2.4	OK
12	575	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.24274	2.4	OK
13	334	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.246666	2.4	OK
14	157	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.252296	2.4	OK
15	230	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.357622	2.4	OK
16	286	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.282037	2.4	OK
17	165	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.261245	2.4	OK
18	254	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.259193	2.4	OK
19	277	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.261351	2.4	OK
20	581	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.272832	2.4	OK
21	341	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.374104	2.4	OK
22	345	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.286872	2.4	OK
23	265	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.265465	2.4	OK
24	353	P. Cimentaciones	Combination	0	0	0.262687	2.4	OK

Fuente: Elaboración propia

## Anexo8: Plano del proyecto unifamiliar



Fuente: elaboración propia



## Anexo9: Ensayos de laboratorio

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2021- 296  
 Fecha de Emisión : 10/04/2021  
 Certificado N° : 02-02/296

**PROYECTO** : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
**SOLICITANTE** : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACIÓN** : C - 03/ Muestra 01/ Prof.0,00m - 3,00m.  
**COORDENADAS UTM** : 8693278 N - 0268066 E

#### MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl <sup>-</sup> (ppm) NTP 339.177 (2002)	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (ppm) NTP 339.178 (2002)
C - 03/ Muestra 01/ Prof.0,00m - 3,00m	125.0	455.0

#### OBSERVACIONES

#### ENSAYOS REALIZADOS POR:

- Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
- RUC: 20600792114
- Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

TÉC. RESPONSABLE : J. Q. M.

REVISADO : W. S. S.

  
**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

Informe N°	: JR 2021 - 296
Fecha de Emisión	: 23/04/2021
Realizado por	: Tec. Jose L. Quijpe M.
Certificado N°	: LEM 01-03/296

PROYECTO : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
 SOLICITANTE : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACION : C-01 / Muestra 01 / Prof 0,00m - 3,00m  
 COORDENADAS UTM : 8693287 N - 0268066 E

MASA DE MUESTRA RECP : 32,200 g  
 MASA MUESTRA DE ENSAYO : 32,200 g  
 MASA FRACCION < N°4 : 232,5 g

SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO			PASA (%)
		MASA RETENIDO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	1.6	0.7	0.7	99.3
N° 10	2.000	0.1	0.0	0.7	99.3
N° 16	1.180	1.0	0.4	1.2	98.8
N° 20	0.850	0.5	0.2	1.4	98.6
N° 30	0.600	0.8	0.3	1.7	98.3
N° 40	0.425	4.4	1.9	3.6	96.4
N° 50	0.300	48.7	20.9	24.6	75.4
N° 60	0.250	40.0	17.2	41.8	58.2
N° 80	0.180	76.1	32.7	74.5	25.5
N° 100	0.150	26.3	11.3	25.8	14.2
N° 200	0.075	29.1	12.5	96.3	1.7
< N° 200	FONDO	3.9	1.7	100.0	

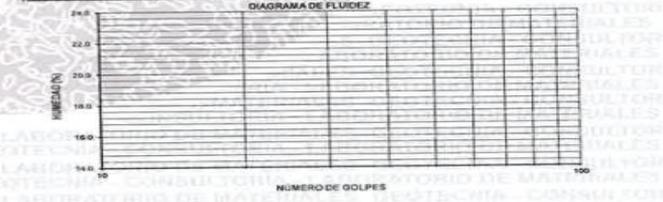
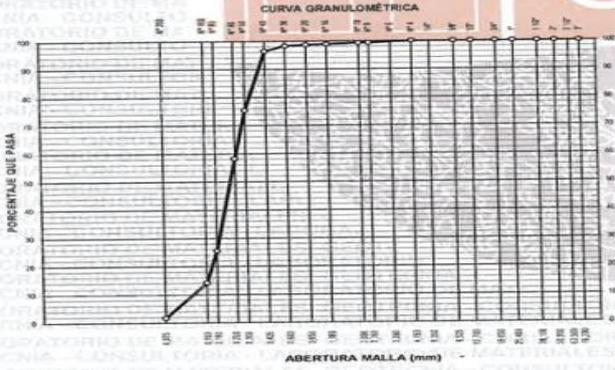
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	4,861.5
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	4,819.5
Masa del Agua (g)	42.0
Masa del Recipiente (g)	1,332.0
Masa de Suelo Seco (g)	3,487.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.2

Tamaño Máximo (mm-pulg)	N° 4
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	99.3
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	1.7

Masa Seco antes del Lavado + Tamo (Fracción Fina < N° 4) (g)	321.3
Masa Seco después del Lavado + Tamo (g)	317.4
Masa del Tamo (g)	88.6
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	1.7

SUCS	ASTM D 2487-05	SP	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
AASHTO	ASTM D 3282	A-3 (S)	Areña pobremente gradada Bueno

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
Masa de Cápsula + Suelo Seco	--	--
Masa de Cápsula + Suelo Seco	--	--
Masa del Agua	--	--
Masa de la Cápsula	--	--
Masa de Suelo Seco	--	--
Contenido de humedad	--	--
Número de golpes	--	--
RESULTADOS	NP	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP	NP



OBSERVACIONES : - Muestra tomada e identificada por personal del SOLICITANTE.  
 ENSAYOS REALIZADOS POR : - Razón Social: JR GEOCONSULTORES e INGENIEROS S.R.L.  
 - DUC: 2060792114  
 - Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

TEC. RESPONSABLE: J. Q. M.  
 REVISADO: W. S. S.

**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2021- 296  
Fecha de Emisión : 10/04/2021  
Certificado N° : 01-02/296

PROYECTO : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
SOLICITANTE : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C - 01/ Muestra 01/ Prof.0,00m - 3,00m.  
COORDENADAS UTM : 0268086 N - 8693287 E

### MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl <sup>-</sup> (ppm) NTP 339.177 (2002)	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (ppm) NTP 339.178 (2002)
C - 01/ Muestra 01/ Prof.0,00m - 3,00m.	80.0	193.0

### OBSERVACIONES

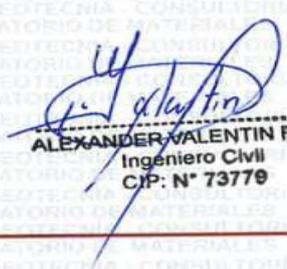
#### ENSAYOS REALIZADOS POR:

- Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
- RUC: 20600792114
- Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

TÉC. RESPONSABLE : J. Q. M.

REVISADO : W. S. S.

  
ALEXANDER VALENTIN ROJAS  
Ingeniero Civil  
CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
r.diaz@jrgeoconsultores.com  
jr.geoconsultores@gmail.com  
j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
San Martín de Porres - Lima

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

Informe N° : JR 2021 - 296  
 Fecha de Emisión : 23/04/2021  
 Certificado N° : LEM 02-03/296

PROYECTO : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-UMA 2021  
 SOLICITANTE : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACION : C-02 / Muestra 02 / Prof. 0,00m - 3,00m  
 COORDENADAS UTM : 8693279 N - 0268070 E

PESO DE MUESTRA REC.FP. : 42.600.0 g  
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 42.600.0 g  
 PESO FRACCION < N°4 : 289.7 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.209				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	5.1	1.9	1.9	98.1
N° 10	2.000	1.1	0.4	2.3	97.7
N° 16	1.180	3.5	1.3	3.6	96.4
N° 20	0.850	2.2	0.8	4.4	95.6
N° 30	0.600	3.8	1.4	5.8	94.2
N° 40	0.425	12.1	4.5	10.3	89.7
N° 50	0.300	42.6	15.8	26.1	73.9
N° 60	0.250	42.6	15.8	41.9	58.1
N° 80	0.180	84.1	31.2	73.1	26.9
N° 100	0.150	33.7	12.5	85.6	14.4
N° 200	0.075	34.0	12.6	98.2	1.8
< N° 200	FONDO	4.9	1.8	100.0	

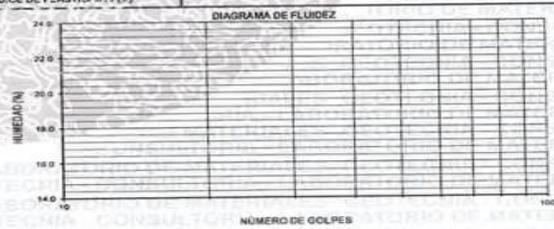
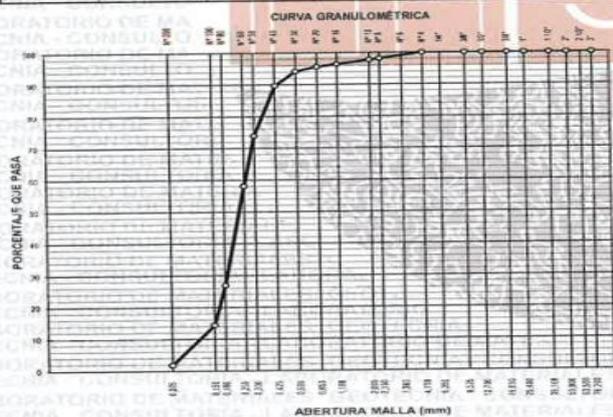
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE UN SUELO MTC E 108	
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	5,374.5
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	5,325.0
Masa del Agua (g)	49.5
Masa del Recipiente (g)	1,279.5
Masa de Suelo Seco (g)	4,045.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.2

FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO	
Tamaño Máximo (mm-pulg)	N° 4
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N°200 < N°4 (%)	98.2
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	1.8

DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 75 DE 75 µm (N° 200) EN SUELOS MTC E 137	
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < N° 4) (g)	355.0
Peso Seco después del Lavado + Tarro (g)	359.1
Peso del Tarro (g)	85.3
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	1.8

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUCS : ASTM D 2487-05 : SP	Arena pobremente graduada
AASHTO : ASTM D 3282 : A-3 (0)	Buena

L. LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110, MTC E 111)		
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	--	--
Peso de Cápsula + Suelo Seco	--	--
Peso del Agua	--	--
Peso de la Cápsula	--	--
Peso de Suelo Seco	--	--
Consolidación de humedad	--	--
Número de golpes	--	--
RESULTADOS	NP	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I <sub>p</sub> )		



OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por personal del SOLICITANTE.

TÉC. RESPONSABLE : J. G. M  
 REVISADO : W. S. S

**ENSAYOS REALIZADOS POR:**

- Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
- RUC: 20600792114
- Dirección: Calle 2, Mz. D Lot. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima

El solicitante acepta la responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2021 - 298  
 Fecha de Emisión : 23/04/2021  
 Certificado N° : LEM 03-03/298

PROYECTO : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
 SOLICITANTE : FAGUNDO CHINGUEL LUCIANO  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-03 / Muestra 03 / Prof 0,00m - 3,00m  
 COORDENADAS UTM : 8693078 N 0268067 E

PESO DE MUESTRA RECEP. : 41,700.0 g  
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 41,700.0 g  
 PESO FRACCIÓN < N° 4 : 216.5 g

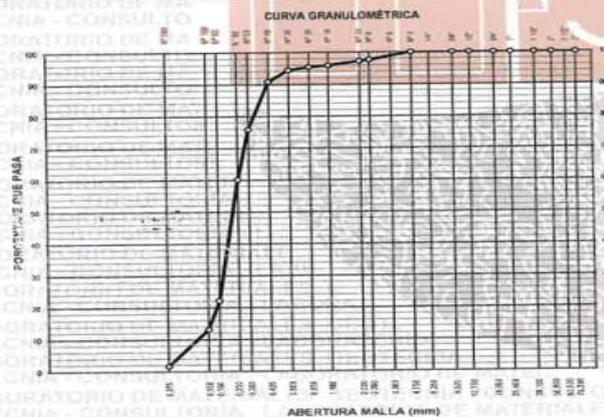
MALLAS	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
N° 4	4.750			100.0
N° 8	2.360	5.2	2.4	97.6
N° 10	2.000	9.9	0.4	97.2
N° 16	1.180	2.8	1.3	95.9
N° 20	0.850	1.1	0.5	95.4
N° 30	0.600	2.2	1.0	94.4
N° 40	0.425	7.8	3.6	90.8
N° 50	0.300	32.5	15.0	75.8
N° 60	0.250	34.0	15.7	60.1
N° 80	0.180	82.3	38.0	22.1
N° 100	0.150	19.5	9.0	13.1
N° 200	0.075	24.9	11.5	98.4
< N° 200	FONDO	3.5	1.6	100.0

Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	4,602.0
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	4,563.0
Masa del Agua (g)	39.0
Masa del Recipiente (g)	1,315.5
Masa de Suelo Seco (g)	3,247.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.2

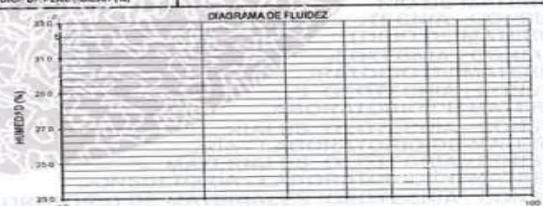
Tamaño Máximo (mm-pulg)	N° 4
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)	98.4
Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 (%)	1.6

Peso Seco antes del Lavado + Tamo (Fracción Fina < N° 4) (g)	304.2
Peso Seco después del Lavado + Tamo (g)	300.7
Peso del Tamo (g)	87.7
PASANTE TAMIZ DE 75 µm (N° 200) (%)	1.6

SUCS	ASTM D 2487-05	SP	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
AASHTO	ASTM D 3282	A-3 (0)	Arena pobremente gradada
			Buena



DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	--	--
Peso de Cápsula + Suelo Seco	--	--
Peso del Agua	--	--
Peso de la Cápsula	--	--
Peso de Suelo Seco	--	--
Contenido de humedad	--	--
Número de golpes	--	--
RESULTADO:	NP	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (PI)		



OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por personal del SOLICITANTE.

TÉC. RESPONSABLE: J. Q. M.  
 REVISADO: W. S. S.

### ENSAYOS REALIZADOS POR:

- Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
 - RUC: 20600792114  
 - Dirección: Calle 2, Mz. O Lt. 24 Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima.  
 El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima



**JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL**  
CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL**  
**CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM - D4767**

**INFORME N° JR-244/2020**

**ESTADO :** Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**CALICATA :** C-01

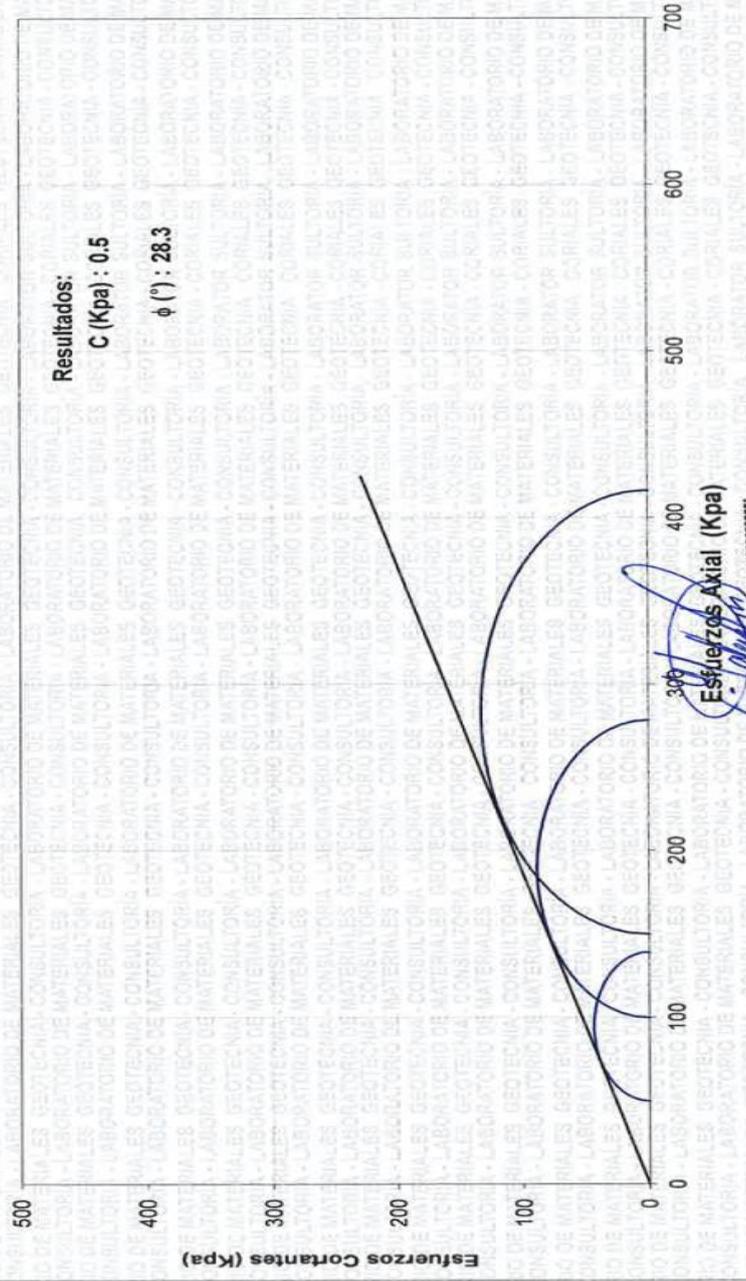
**Solicitante :** FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
**Proyecto :** ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021

**MUESTRA :** M-01

**Ubicación :** DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

**Fecha :** 29/04/2021

**CIRCULO DE MOHR**



**Esfuerzos Axial (Kpa)**

ALEXANDER VALENTIN ROJAS

Ingeniero Civil

CIP: N° 73779



# JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL

CALIDAD E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM - D4767

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

INFORME N°

JR-244/2020

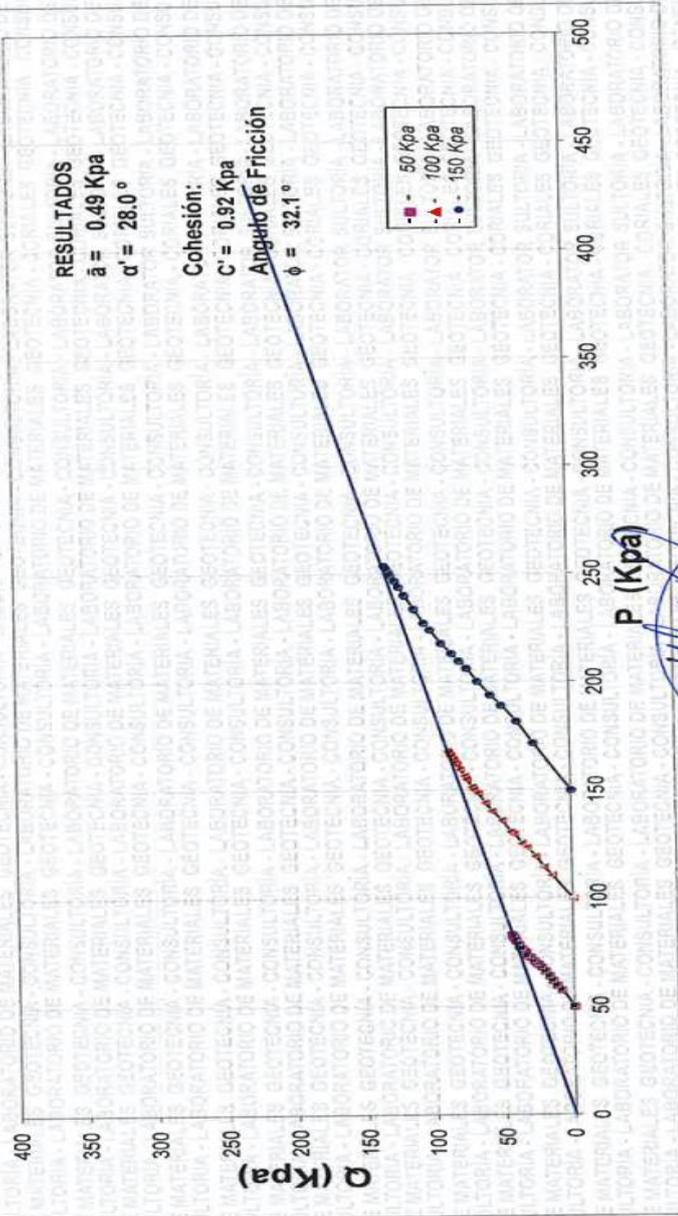
Solicitante : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO

Proyecto : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021

Ubicación : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA

Fecha : 29/04/2021

## DIAGRAMA P vs. Q



*[Signature]*  
ALEXANDER VALENTIN ROJAS  
Ingeniero Civil  
CIP: N° 73779

## INFORME N° JR-244/2020

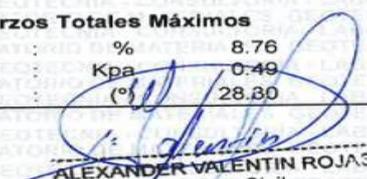
**Solicitante** : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
**Proyecto** : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
**Ubicación** : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA  
**Fecha** : 29/04/2021

### II.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL - ASTM D4767

**Calicata** : C - 01  
**Muestra** : M - 01  
**Prof. (m)** : 0,00 m - 3.00 m  
**Clasificación Sucs** : SP  
**Estado** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

**Tipo de Ensayo** : Consolidado - No Drenado (C-U)  
**Velocidad del ensayo** : 0.5 mm/min

	ESPECIMEN					
	N° 1		N° 2		N° 3	
	<b>ESPECIMENES</b>		<b>ESPECIMENES</b>		<b>ESPECIMENES</b>	
<b>Condiciones Iniciales</b>	<b>Und.</b>	<b>N°1</b>	<b>N°2</b>	<b>N°2</b>	<b>N°3</b>	<b>N°3</b>
Diámetro	mm	71.53	71.53	71.53	71.53	71.53
Altura	mm	142.22	142.22	142.22	142.22	142.22
Area	mm <sup>2</sup>	4018.52	4018.52	4018.52	4018.52	4018.52
Volumen	mm <sup>3</sup>	571514.17	571514.17	571514.17	571514.17	571514.17
Densidad Humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.776	1.764	1.764	1.769	1.769
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.563	1.528	1.528	1.515	1.515
Contenido de Humedad	%	11.8	12.3	12.3	12.2	12.2
L/D	%	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
Volumen de Solidos	mm <sup>3</sup>	335864.66	328270.68	328270.68	325526.32	325526.32
Grado de Saturación	%	44.6	44.0	44.0	43.1	43.1
<b>Condiciones Finales</b>						
Diámetro	mm	81.64	82.52	82.52	82.78	82.78
Altura	mm	118.22	118.22	118.22	118.22	118.22
Area	mm <sup>2</sup>	5234.73	5348.84	5348.84	5381.71	5381.71
Densidad Humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.900	1.860	1.860	1.847	1.847
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.444	1.381	1.381	1.361	1.361
Contenido de Humedad	%	31.6	31.7	31.7	35.7	35.7
Grado de Saturación	%	99.7	98.6	98.6	99.5	99.5
<b>Consolidación</b>						
Esfuerzo confinante	Kpa	250.0	300.0	300.0	350.0	350.0
Contrapresión	Kpa	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
Hc	mm	142.1	142.0	142.0	142.0	142.0
Ac	mm <sup>2</sup>	4350.4	4444.9	4444.9	4471.9	4471.9
Parámetro "B"	%	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
<b>Parámetros de Esfuerzos Efectivos Máximos</b>						
Def. Máxima a la Falla	%	8.76	7.04	7.04	7.04	7.04
Cohesión (C)	Kpa	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Angulo de Fricción (φ)	(°)	32.1	32.1	32.1	32.1	32.1
<b>Parámetros de Esfuerzos Totales Máximos</b>						
Def. Máxima a la Falla	%	8.76	7.04	7.04	7.04	7.04
Cohesión (C)	Kpa	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Angulo de Fricción (φ)	(°)	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80

  
 ALEXANDER VALENTIN ROJAS  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

## INFORME N° JR-244/2020

**Solicitante** : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
**Proyecto** : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO  
 : EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
**Ubicación** : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA  
**Fecha** : 29/04/2021

### ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL : CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM - D4767

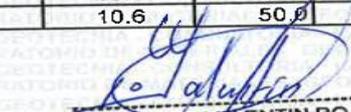
**ESTADO** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**PROF. (m)** : 0,00 m - 3,00 m  
**CLASIFIC.** : SP  
**(SUCS)** :

### ESPECIMEN N° 1

DATOS DEL ESPECIMEN		
Condiciones	Inicial	Final
Diámetro (mm)	71.5	81.6
Altura (mm)	142.2	118.2
Area (mm <sup>2</sup> )	4018.5	5234.7
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.6	1.4
Contenido de Humedad (%)	11.8	31.6
Grado de Saturación (%)	44.6	99.7

DATOS DE ENSAYO	
Parámetro "B" (%)	90.0
Hc (mm)	142.1
Ac (mm <sup>2</sup> )	4350.4
Velocidad de Carga (mm/min)	0.5
Presión de celda (Kpa)	250.0
Contra Presón (Kpa)	200.0
Esf.Efectivo Inicial (σ' <sub>3</sub> ) (Kpa)	50.0

Deform. (%)	ESF. DES. (Kpa)	P. P. (Kpa)	σ <sub>3</sub> (Kpa)	σ <sub>1</sub> (Kpa)	σ' <sub>3</sub> (Kpa)	σ' <sub>1</sub> (Kpa)	p (Kpa)	q (Kpa)	p' (Kpa)	q' (Kpa)
0.00	0.0	0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	0.0	50.0	0.0
0.18	17.7	1.2	50.0	67.7	48.8	66.5	58.8	8.8	57.6	8.8
0.35	24.1	2.3	50.0	74.1	47.7	71.8	62.1	12.1	59.8	12.1
0.53	30.0	3	50.0	80.0	47.0	77.0	65.0	15.0	62.0	15.0
0.70	35.2	3.5	50.0	85.2	46.5	81.7	67.6	17.6	64.1	17.6
0.88	41.0	4.1	50.0	91.0	45.9	86.9	70.5	20.5	66.4	20.5
1.06	46.8	5.1	50.0	96.8	44.9	91.7	73.4	23.4	68.3	23.4
1.23	50.8	6	50.0	100.8	44.0	94.8	75.4	25.4	69.4	25.4
1.41	53.6	6.9	50.0	103.6	43.1	96.7	76.8	26.8	69.9	26.8
1.76	58.0	7.9	50.0	108.0	42.1	100.1	79.0	29.0	71.1	29.0
2.11	62.5	8.4	50.0	112.5	41.6	104.1	81.2	31.2	72.8	31.2
2.46	69.1	9.3	50.0	119.1	40.7	109.8	84.6	34.6	75.3	34.6
2.82	71.8	10.6	50.0	121.8	39.4	111.2	85.9	35.9	75.3	35.9
3.52	78.7	11.5	50.0	128.7	38.5	117.2	89.3	39.3	77.8	39.3
4.22	83.7	11.5	50.0	133.7	38.5	122.2	91.9	41.9	80.4	41.9
4.93	85.4	11.5	50.0	135.4	38.5	123.9	92.7	42.7	81.2	42.7
5.63	88.1	11.5	50.0	138.1	38.5	126.6	94.0	44.0	82.5	44.0
7.04	89.0	11.4	50.0	139.0	38.6	127.6	94.5	44.5	83.1	44.5
8.45	89.2	11.4	50.0	139.2	38.6	127.8	94.6	44.6	83.2	44.6
9.85	88.4	11.3	50.0	138.4	38.7	127.1	94.2	44.2	82.9	44.2
11.26	86.5	11.2	50.0	136.5	38.8	125.3	93.3	43.3	82.1	43.3
12.67	83.1	11.1	50.0	133.1	38.9	122.0	91.5	41.5	80.4	41.5
14.08	79.2	11	50.0	129.2	39.0	118.2	89.6	39.6	78.6	39.6
15.49	74.9	10.8	50.0	124.9	39.2	114.1	87.4	37.4	76.6	37.4
16.89	67.8	10.6	50.0	117.8	39.4	107.2	83.9	33.9	73.3	33.9

  
**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24. Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

**INFORME N° JR-244/2020**

**Solicitante** : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
**Proyecto** : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO  
**Ubicación** : EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
**Fecha** : 29/04/2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL :** CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM - D4767

**ESTADO** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**PROF. (m)** : 0,00 m - 3.00 m  
**CLASIFIC.** : SP  
**(SUCS)**

**ESPECIMEN N° 2**

DATOS DEL ESPECIMEN			
Condiciones		Inicial	Final
Diámetro	(mm)	71.5	82.5
Altura	(mm)	142.2	118.2
Area	(mm <sup>2</sup> )	4018.5	5348.8
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.5	1.4
Contenido de Humedad	(%)	12.3	34.7
Grado de Saturación	(%)	44.0	99.6

DATOS DE ENSAYO		
Parámetro "B"	(%)	90.0
Hc	(mm)	142.0
Ac	(mm <sup>2</sup> )	4444.9
Velocidad de Carga	(mm/min)	0.5
Presión de celda	(Kpa)	300.0
Contra Presión	(Kpa)	200.0
Esf.Efectivo Inicial ( $\sigma'_3$ )	(Kpa)	100.0

Deform. (%)	ESF. DES. (Kpa)	P. P. (Kpa)	$\sigma_3$ (Kpa)	$\sigma_1$ (Kpa)	$\sigma'_3$ (Kpa)	$\sigma'_1$ (Kpa)	p (Kpa)	q (Kpa)	p' (Kpa)	q' (Kpa)
0.00	0.0	0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	100.0	0.0
0.18	29.4	4	100.0	129.4	96.0	125.4	114.7	14.7	110.7	14.7
0.35	40.9	5.9	100.0	140.9	94.1	135.0	120.5	20.5	114.6	20.5
0.53	52.9	7	100.0	152.9	93.0	145.9	126.5	26.5	119.5	26.5
0.70	64.9	8.9	100.0	164.9	91.1	156.0	132.4	32.4	123.5	32.4
0.88	72.8	10.9	100.0	172.8	89.1	161.9	136.4	36.4	125.5	36.4
1.06	83.5	12	100.0	183.5	88.0	171.5	141.8	41.8	129.8	41.8
1.23	88.5	13.4	100.0	188.5	86.6	175.1	144.3	44.3	130.9	44.3
1.41	101.5	14.6	100.0	201.5	85.4	186.9	150.7	50.7	136.1	50.7
1.76	115.3	17.2	100.0	215.3	82.8	198.1	157.7	57.7	140.5	57.7
2.11	125.1	18.3	100.0	225.1	81.7	205.8	162.5	62.5	144.2	62.5
2.46	135.4	19	100.0	235.4	81.0	216.4	167.7	67.7	148.7	67.7
2.82	143.9	20.3	100.0	243.9	79.7	223.6	171.9	71.9	151.6	71.9
3.52	154.5	20.5	100.0	254.5	79.5	234.0	177.3	77.3	156.8	77.3
4.22	165.6	20.7	100.0	265.6	79.3	244.9	182.8	82.8	162.1	82.8
4.93	170.4	20.8	100.0	270.4	79.2	249.6	185.2	85.2	164.4	85.2
5.63	174.6	21	100.0	274.6	79.0	253.6	187.3	87.3	166.3	87.3
7.04	178.5	21	100.0	278.5	79.0	257.5	189.2	89.2	168.2	89.2
8.45	178.4	21.1	100.0	278.4	78.9	257.3	189.2	89.2	168.1	89.2
9.86	176.7	21.1	100.0	276.7	78.9	255.6	188.3	88.3	167.2	88.3
11.27	173.4	21	100.0	273.4	79.0	252.4	186.7	86.7	165.7	86.7
12.67	167.6	21	100.0	267.6	79.0	246.6	183.8	83.8	162.8	83.8
14.08	161.5	20.9	100.0	261.5	79.1	240.6	180.7	80.7	159.8	80.7
15.49	151.5	20.7	100.0	251.5	79.3	230.8	175.7	75.7	155.0	75.7
16.90	141.3	20.4	100.0	241.3	79.6	220.9	170.6	70.6	150.2	70.6

  
**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jr.geoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

## INFORME N° JR-244/2020

**Solicitante** : FACUNDO CHINGUEL LUCIANO  
**Proyecto** : ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DE UNA ESTRUCTURA INDUCIDA POR LA FALLA DEL TERRENO EN EL DISTRITO DE ANCON-LIMA 2021  
**Ubicación** : DISTRITO DE ANCON, PROVINCIA DE LIMA-LIMA  
**Fecha** : 29/04/2021

### ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL : CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM - D4767

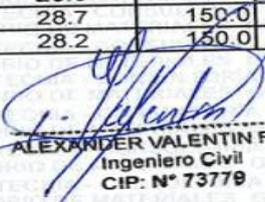
**ESTADO** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**PROF. (m)** : 0.00 m - 3.00 m  
**CLASIFIC.** : SP  
**(SUCS)**

### ESPECIMEN N° 3

DATOS DEL ESPECIMEN			
Condiciones		Inicial	Final
Diámetro (mm)		71.5	82.8
Altura (mm)		142.2	118.2
Area (mm <sup>2</sup> )		4018.5	5381.7
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.5	1.4
Contenido de Humedad (%)		12.2	35.7
Grado de Saturación (%)		43.1	99.5

DATOS DE ENSAYO		
Parámetro "B" (%)		90.0
Hc (mm)		142.0
Ac (mm <sup>2</sup> )		4471.9
Velocidad de Carga (mm/min)		0.5
Presión de celda (Kpa)		350.0
Contra Presión (Kpa)		200.0
Esf.Efectivo Inicial ( $\sigma'_3$ ) (Kpa)		150.0

Defor. (%)	ESF. DES. (Kpa)	P. P. (Kpa)	$\sigma_3$ (Kpa)	$\sigma_1$ (Kpa)	$\sigma'_3$ (Kpa)	$\sigma'_1$ (Kpa)	p (Kpa)	q (Kpa)	p' (Kpa)	q' (Kpa)
0.00	0.0	0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	0.0	150.0	0.0
0.18	53.9	5.2	150.0	203.9	144.8	198.7	177.0	27.0	171.8	27.0
0.35	77.9	7.1	150.0	227.9	142.9	220.8	188.9	38.9	181.8	38.9
0.53	99.5	10.5	150.0	249.5	139.5	239.0	199.7	49.7	189.2	49.7
0.70	115.3	13.6	150.0	265.3	136.4	251.7	207.6	57.6	194.0	57.6
0.88	133.9	16.5	150.0	283.9	133.5	267.4	216.9	66.9	200.4	66.9
1.06	149.6	18.2	150.0	299.6	131.8	281.4	224.8	74.8	206.6	74.8
1.23	160.1	20.2	150.0	310.1	129.8	288.9	230.0	80.0	209.8	80.0
1.41	170.6	21.9	150.0	320.6	128.1	298.7	235.3	85.3	213.4	85.3
1.76	185.8	24.7	150.0	335.8	125.3	311.1	242.9	92.9	218.2	92.9
2.11	201.4	26.3	150.0	351.4	123.7	325.1	250.7	100.7	224.4	100.7
2.47	210.8	27.8	150.0	360.8	122.2	333.0	255.4	105.4	227.6	105.4
2.82	224.0	28.2	150.0	374.0	121.8	345.8	262.0	112.0	233.8	112.0
3.52	237.9	28.7	150.0	387.9	121.3	359.2	268.9	118.9	240.2	118.9
4.23	251.6	28.8	150.0	401.6	121.2	372.8	275.8	125.8	247.0	125.8
4.93	259.5	29	150.0	409.5	121.0	380.5	279.8	129.8	250.8	129.8
5.64	265.2	29.1	150.0	415.2	120.9	386.1	282.6	132.6	253.5	132.6
7.04	266.6	29.2	150.0	416.6	120.8	387.4	283.3	133.3	254.1	133.3
8.45	264.7	29.3	150.0	414.7	120.7	385.4	282.3	132.3	253.0	132.3
9.86	263.2	29.3	150.0	413.2	120.7	383.9	281.6	131.6	252.3	131.6
11.27	258.0	29.2	150.0	408.0	120.8	378.8	279.0	129.0	249.8	129.0
12.68	252.4	29	150.0	402.4	121.0	373.4	276.2	126.2	247.2	126.2
14.09	246.4	28.9	150.0	396.4	121.1	367.5	273.2	123.2	244.3	123.2
15.50	238.5	28.7	150.0	388.5	121.3	359.8	269.2	119.2	240.5	119.2
16.91	224.9	28.2	150.0	374.9	121.8	346.7	262.5	112.5	234.3	112.5

  
**ALEXANDER VALENTIN ROJAS**  
 Ingeniero Civil  
 CIP: N° 73779

927 526 207/920 379 490  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jrgeoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D Lt. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

**Anexo10: Comprobante de pago de ensayo de laboratorio**



**GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.**

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y ESTUDIO DE SUELOS PARA:  
 EDIFICACIÓN - DISEÑO DE PAVIMENTO - HABILITACIONES URBANAS  
 PLANTAS INDUSTRIALES - HOSPITALES - PUENTES  
 Av. Diagonal Norte N° 750 Int. 501  
 San Martín de Porres, Lima- Lima  
 Telf.: 01 573 7804 / 983 660 099 / 982 840 339  
 E-mail: proyectos@jrgeoconsultores.com / gerencia@jrgeoconsultores.com  
 www.jrgeoconsultores.com

**R.U.C. 20600792114**

**BOLETA DE VENTA**

001. N° 000123

Sr. (es) Facundo Chinguel Luciano

DIA	MES	AÑO
27	04	21

Dirección ..... Doc. Ident. ....

Cant.	DESCRIPCION	P. Unit.	Importe
01	Ensayos de laboratorio de Suelos		1930.00
1	Compresion triaxial		}
	Contenido de sulfatos solubles y cloruros		
	Clasificación de Suelos Sues		
	Análisis Granulométrico		

RODRIGUEZ ESQUIVEL RICARDO WILMER  
 R.U.C. 10257567988  
 Serie 0001 del 0001 al 1000  
 Aut. 11958289023 F.I. 23-11-2015

**CANCELADO**

.....  
 FIRMA

**TOTAL S/.** 1930.00

**USUARIO**

# Anexo11: Certificados de calibración



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 285 - 2020

Página : 1 de 4

Expediente : 098-2020  
Fecha de emisión : 2020-08-17

1. Solicitante : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

Dirección : CALMZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019  
MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN  
MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : RUMSTONE  
Modelo del Equipo : LS-0016  
Serie del Equipo : NO INDICA  
Capacidad del Equipo : 82 L  
Código de identificación : JR-LA-EH-00003

Marca de indicador : AUTONICS  
Modelo de indicador : TZN4S  
Serie de indicador : NO INDICA  
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

CALLE MZ. D LT. 24 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES  
14 - AGOSTO - 2020

#### 4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración  
PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 270 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,5	19,6
Humedad %	71	72

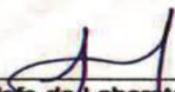
#### 7. Conclusiones

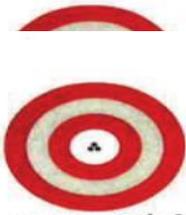
La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C  $\pm$  5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha



Punto de Precisión SAC

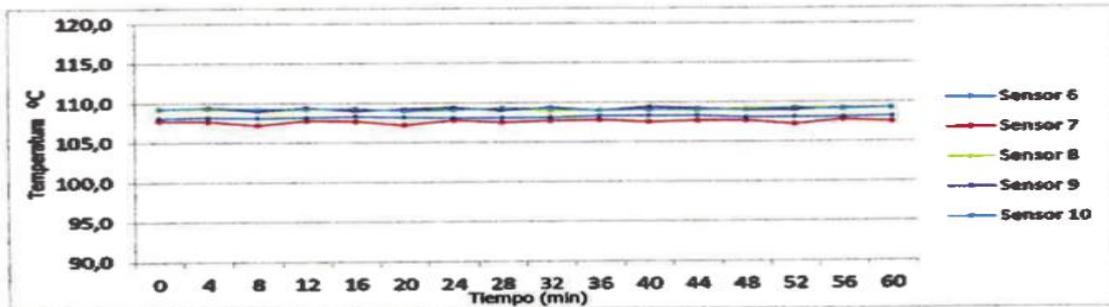
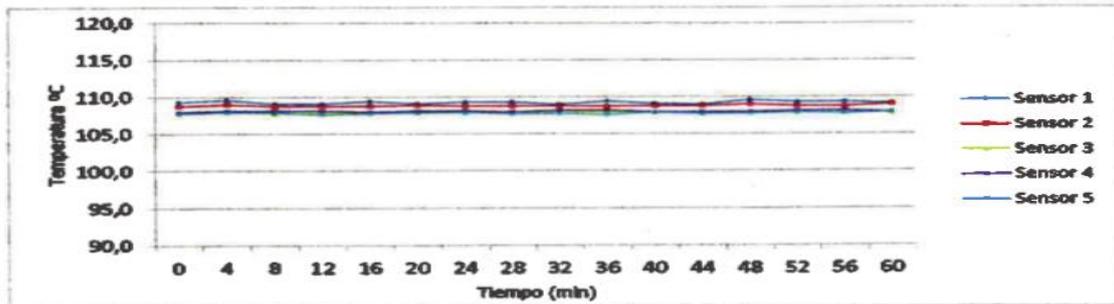
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 285 - 2020

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



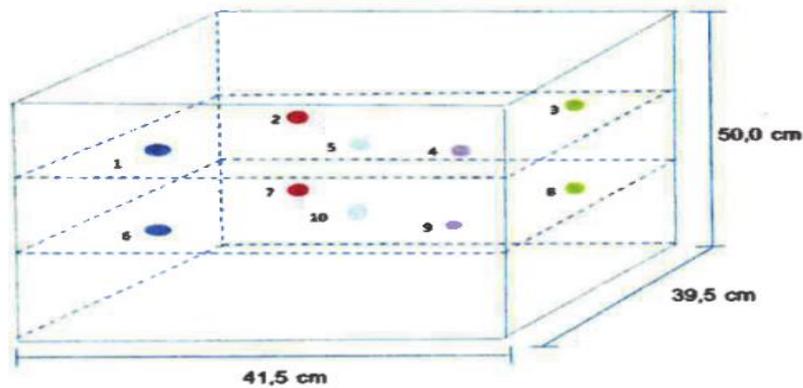
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 285 - 2020

Página : 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631