

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U
OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN
Y PROVINCIA DE CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. YERSON TERRAZAS HERRERA

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

ASESOR

PhD.Ing. AIDA ZAPATA MAR

**CUSCO-PERÚ
2024**

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN Y PROVINCIA DE CUSCO

presentado por: Yerson Terrazas Herrera con DNI Nro.: 76197621 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 13 de Enero de 2025

Aida Zapata de Benito

Firma

Post firma Ph.D Ing. AIDA ZAPATA MAR

Nro. de DNI 46939604

ORCID del Asesor 0000-0002-5500-0134

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 10159: 79140678

YERSON TERRAZAS HERRERA

MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISC...

 My Files

 My Files

 APJ Abdul Kalam Technological University, Thiruvananthapuram

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::10159:79140678

Fecha de entrega

13 ene 2025, 5:58 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

13 ene 2025, 6:04 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS YERSON (SOLO TESIS).pdf

Tamaño de archivo

9.9 MB

169 Páginas

48,669 Palabras

207,109 Caracteres




9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe



- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
69 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
14 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dirigido a mis queridos padres por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida, gracias por confiar en mí y enseñarme el valor del esfuerzo y perseverancia. A mis hermanos por ser inspiración y estar dispuestos a acompañarme en este largo camino. A quien estuvo a mi lado durante este proceso y demás personas.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a nuestra querida Universidad, por brindarnos esta bonita etapa de encaminarnos hacia el desarrollo profesional, a los catedráticos por brindarnos su asesoría y críticas constructivas que hicieron posible este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
JUSTIFICACIÓN	11
CAPÍTULO I: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
Descripción del Problema	13
Formulación del Problema	13
Problema General.....	13
Problemas específicos.....	14
CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
Objetivos	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos:	15
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	16
Marco histórico	16
Antecedentes del estudio de la investigación.....	17
Antecedentes nacionales e internacionales	17
Artículos relacionados al tema de investigación.....	18
Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio.....	19
Mejoramiento de Suelos	27

	2
Técnica de mejoramiento de suelos, por sustitución	28
Técnica de mejoramiento de suelos, por compactación.....	28
Técnica de mejoramiento de suelos, por estabilización química	29
CAPÍTULO IV: HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
Hipótesis General.....	32
Hipótesis Específicas:	32
Variables	32
Variable independiente.	32
Variable dependiente:	33
Sistema de variables.....	33
Definición conceptual	33
Definición operacional.....	33
CAPÍTULO V: MARCO METODOLÓGICO.....	36
Método de la investigación	36
Orientación de la investigación.....	36
Enfoque de la investigación	36
Tipo de investigación.....	36
Diseño de la investigación	37
Población y muestra.....	37
Población.....	37
Muestra	37

	3
Técnica de instrumentación y recolección de datos.....	38
Instrumentos de recolección de datos	38
Exploración del subsuelo	38
Ubicación geográfica	38
Características del área a intervenir	39
Topografía del área de estudio.....	39
Geología del área de estudio.....	39
Geología Regional	39
Geología local.....	40
Geotecnia del área de estudio	41
Número de puntos de exploración	41
Ensayos de laboratorio.....	43
Capacidad admisible.....	44
Cargas transmitidas de la edificación.	47
CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
Asentamiento de zapatas aisladas	50
Costo de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso.....	58
Costo mejoramiento suelo-cemento al 7.5%	58
Costo mejoramiento suelo-cemento al 10%	59
Costo mejoramiento suelo-óxido ferroso al 7.5%.....	60
Costo mejoramiento suelo-óxido ferroso al 10%.....	61

	4
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
Análisis de técnica de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso:.....	63
Análisis de costos:.....	68
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
Conclusión general.....	72
Conclusiones específicas	72
Recomendaciones	73
Referencias Bibliográficas	75
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Normas.....	23
Tabla 2. Composición química del cemento portland tipo I.....	24
Tabla 3. Porcentaje de cemento requerido para la estabilización de suelos.	30
Tabla 4. Operacionalización de las Variables.....	34
Tabla 5. Ubicación geográfica.....	39
Tabla 6. Tipo de edificación u obra	42
Tabla 7. Número de Calicatas.....	43
Tabla 8. Propiedades físicas del suelo.	43
Tabla 9. Propiedades mecánicas de resistencia del suelo.	44
Tabla 10. Resultado de Capacidad Admisible.....	45
Tabla 11. Resultados de contenido óptimo de agua.....	45
Tabla 12. Cantidades de materiales en peso para muestras remoldeadas.	46
Tabla 13. Parámetros mecánicos de consolidación.....	47
Tabla 14. Cargas de acuerdo a la Norma E.020.....	48
Tabla 15. Carga Muerta por Entrepiso.....	48
Tabla 16. Carga Muerta.	49
Tabla 17. Carga Viva.....	49
Tabla 18. Carga Total Combinada.....	49
Tabla 19. Profundidad activa para el cálculo de asentamientos.	50
Tabla 20. Profundidad de estrato de apoyo para el cálculo de asentamientos.....	50

Tabla 21. Asentamiento inmediato en (cm), zapata cuadrada de 1.50 m.	52
Tabla 22. Asentamiento inmediato en (cm), zapata cuadrada de 2.00 m.	52
Tabla 23. Asentamiento inmediato en (cm), zapata cuadrada de 2.50 m.	53
Tabla 24. Asentamiento por consolidación primaria en (cm), zapata cuadrada de 1.50 m.	55
Tabla 25. Asentamiento por consolidación primaria en (cm), zapata cuadrada de 2.00 m.	56
Tabla 26. Asentamiento por consolidación primaria en (cm), zapata cuadrada de 2.50 m.	56
Tabla 27. Asentamiento Total en (cm), zapata cuadrada de 1.50 m.	57
Tabla 28. Asentamiento Total en (cm), zapata cuadrada de 2.00 m.	57
Tabla 29. Asentamiento Total en (cm), zapata cuadrada de 2.50 m.	58
Tabla 30. Análisis de precio unitario mezcla suelo-cemento al 7.5%.	59
Tabla 31. Análisis de precio unitario mezcla suelo-cemento al 10%.	60
Tabla 32. Análisis de precio unitario mezcla suelo-óxido ferroso al 7.5%.	61
Tabla 33. Análisis de precio unitario mezcla suelo-óxido ferroso al 10%.	62
Tabla 34. Costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 4 niveles	68
Tabla 35. Costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 6 niveles	69
Tabla 36. Costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 8 niveles.	70

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Zapata cuadrada.....	20
Figura 2. Sistema de clasificación SUCS.	22
Figura 3. Oxido ferroso(ocre).	25
Figura 4. Etapas de asentamientos por consolidación.	26
Figura 5. Comparación de relación de vacíos de suelo natural y grupos experimentales.	63
Figura 6. Comparación de índice de compresión de suelo natural y grupos experimentales.	64
Figura 7. Comparación de índice de recompresión de suelo natural y grupos experimentales. ...	64
Figura 8. Comparación de esfuerzo de preconsolidación de suelo natural y grupos experimentales.	65
Figura 9. Asentamientos en zapatas aisladas para edificación de 4 niveles.	66
Figura 10. Asentamientos en zapatas aisladas para edificación de 6 niveles.	66
Figura 11. Asentamientos en zapatas aisladas para edificación de 8 niveles.	67
Figura 12. Variación de costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 4 niveles. ..	69
Figura 13. Variación de costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 6 niveles. ..	70
Figura 14. Variación costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 8 niveles.	71

RESUMEN

Esta investigación explora el problema de asentamiento de zapatas aisladas en suelos de alta compresibilidad. Con el objetivo de identificar la alternativa más eficaz para mejorar las propiedades del suelo y reducir los asentamientos en zapatas aisladas bajo cargas estructurales. Evaluando el uso de mezclas de suelo-cemento o suelo-óxido ferroso, mediante un enfoque descriptivo con orientación aplicada, analizando sus propiedades mecánicas y de asentamiento bajo cargas en edificaciones de 4, 6 y 8 niveles, para ello se aplicará la técnica de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso en 4, 5 y 6 metros de profundidad de estrato de apoyo de suelo mejorado; para determinar la reducción del asentamiento en zapatas aisladas. Para el cálculo y análisis de datos, se utilizó la hoja de cálculo Excel.

El análisis técnico determinó que, el asentamiento total promedio en terreno natural para zapatas aisladas es de 43.24 cm. Aplicando las variables de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso, los asentamientos totales promedios para zapatas aisladas se redujeron a 2.55 cm y 8.34 cm, esto implica que el uso de cemento u óxido ferroso tiene una reducción del 94% y 81% en asentamientos para zapatas aisladas, por lo que se deduce que ambos mejoramientos son viables. Según el análisis de costos se obtuvo que la variable mejoramiento suelo-cemento presenta un 90.80% menor en costos que la variable mejoramiento suelo-óxido ferroso. Donde se concluye que la variable mejoramiento suelo-cemento es la alternativa más económica y conveniente para asentamientos en zapatas aisladas.

Palabras clave: Mejoramiento de suelo, suelo-cemento, suelo-óxido ferroso, zapatas aisladas, asentamientos.

ABSTRACT

This research explores the issue of settlement of isolated footings. The central purpose was to determine the best alternative for soil improvement using cement or ferrous oxide to reduce the settlement of isolated footings. This work has a descriptive scope and applied orientation, because the problems of highly compressible soils, their behavior, were specified. . faced with actuating loads, during the execution of the calculation process, buildings of 4,6 and 8 levels were chosen, where central square footings were chosen and for their support layer the improvement technique was proposed: soil-cement and soil-ferrous oxide; and for the analytical calculation the Excel spreadsheet is used.

Based on the technical analysis, it is considered that the two solution options are viable, the improvement of the soil-cement mixture at 7.5% and 10% presents a 94% decrease in settlements in isolated footings, compared to an improvement of the soil-rust mixture. ferrous at 7.5% and 10% that presents a decrease of 79%, which means that the addition of cement improves the mechanical properties of the soil and the settlement in isolated footings. According to cost analysis, it was obtained that the lowest cost alternative for the construction of the support layer for the isolated footings is using the soil-cement mixture for support layers of 4.5 and 6 meters for buildings of 4, 6 and 8 levels respectively.

Keywords: Soil improvement, soil-cement, soil-ferrous oxide, isolated footings, settlements.

INTRODUCCIÓN

La durabilidad y la estabilidad de las construcciones dependen en gran parte de las propiedades del suelo sobre el cual se construyen. En la región de Cusco, existen áreas con suelos de alta compresibilidad, lo que simboliza un reto significativo para los ingenieros civiles.

Desde tiempos pasados se ha producido un relevante cambio tecnológico en aplicaciones geotécnicas. En la actualidad existen diversas técnicas de mejoramiento de suelo aptas para optimizar las propiedades mecánicas del suelo, tales como la de añadir cemento, cal, asfalto, cenizas de bagazo de caña de azúcar y óxido ferroso.

El principal propósito de esta investigación es evaluar la eficacia del método de mejoramiento del suelo mediante el uso de cemento u óxido ferroso como aglutinante, para disminuir la deformabilidad del suelo y el asentamiento total de zapatas aisladas.

Esta investigación tiene una relevancia significativa desde el punto de vista técnico como en términos económicos y sociales para la expansión urbana contribuyendo en la seguridad y funcionalidad en edificaciones mayores a cuatro niveles.

Por medio de un enfoque experimental y analítico, se pretende proporcionar una solución práctica y viable para la construcción de edificaciones en áreas con suelos desafiantes.

La metodología utilizada en esta investigación aborda una serie de ensayos de laboratorio con el fin de evaluar las propiedades mecánicas del suelo, tanto para una mezcla de suelo-cemento al 7.5% y 10%, como para una mezcla suelo-óxido ferroso al 7.5% y 10%.

JUSTIFICACIÓN

En algunos casos de exploración de suelos para la construcción de viviendas los proyectistas se encuentran con suelos de alta compresibilidad y nivel freático que presenta un desafío para su estructuración como también durante su construcción. Dicho problema lleva a un plan de mejoramiento de suelos mediante métodos geotécnicos de estabilización para reducir la deformabilidad del suelo y el asentamiento en zapatas aisladas. En tal situación es fundamental saber y aplicar métodos geotécnicos que permitan construir edificaciones, sin llegar a reemplazar el suelo de fundación.

Esta investigación no solo busca aportar al conocimiento técnico-científico en materia de ingeniería geotécnica, sino también busca brindar soluciones, herramientas y estrategias aplicables.

Al desarrollar y validar este método, se podrá constituir directrices claras y eficaces para posteriores diseños de construcción en suelos semejantes, mejorando los recursos e impulsando la sostenibilidad en el ámbito de la construcción.

Delimitación de la investigación

Geográfica

La información recopilada para la presente investigación tiene lugar en la vivienda B-22 de la Asociación Francisco Palao en el distrito de San Sebastián, donde presenta una expansión urbana de edificaciones mayores a cuatro niveles con una variedad de suelos de fundación donde uno de ellos es el suelo arcilloso de alta plasticidad.

Temporal

El proyecto de investigación recopila datos en su mayoría dentro de los últimos cinco años para adelante,2024.

Temática

Esta investigación tiene como objetivo analizar el uso de cemento u óxido ferroso para el suelo de fundación de zapatas para disminuir los asentamientos y por consiguiente determinar la mejor alternativa de mejoramiento.

Muestral

Para la presente investigación se utilizarán los datos de propiedades físicas y mecánicas del suelo, previamente realizado los ensayos de laboratorio de la materia en investigación.

CAPÍTULO I: FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Descripción del Problema

El aumento demográfico de la población en la ciudad del Cusco, trae como efecto el incremento de la demanda de construcción de edificaciones multifamiliares mayores a cuatro niveles, la cual es parte importante de la expansión urbana de la región, por lo que se busca que el suelo de fundación de las edificaciones posea características y propiedades aptas para la construcción.

Cuando se inicia un proyecto de edificación es indispensable contar con el estudio de mecánica de suelos para conocer las propiedades del suelo basándonos en ensayos realizados para determinar la resistencia, compresibilidad del suelo y calcular los asentamientos en zapatas por cargas transmitidas de la edificación.

Con respecto al tema investigación, se obtuvo que el suelo materia en estudio presenta alta deformabilidad y frente a esta realidad se tiene la necesidad de aplicar el uso de cemento u óxido ferroso como técnica de mejorar el suelo de fundación de zapatas y comparar la mejor alternativa de mejoramiento de suelo acorde con la exigencia de la norma técnica peruana E.050 de suelos y cimentaciones.

Formulación del Problema

Problema General

¿Cuál es la mejor alternativa de mejoramiento de suelos entre cemento u óxido ferroso para reducir los asentamientos de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?

Problemas específicos

1. ¿Cómo el porcentaje de 7,5% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?
2. ¿Cómo el porcentaje de 10% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?
3. ¿Cuál es la alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido ferroso más económica de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?

CAPÍTULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivos

Objetivo General.

Determinar la mejor alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido ferroso para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.

Objetivos Específicos:

1. Determinar como el porcentaje del 7.5% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.
2. Determinar como el porcentaje del 10% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.
3. Determinar la alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido ferroso más económica de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de san Sebastián y provincia de Cusco 2023.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Marco histórico

A lo largo del tiempo asimilar la práctica constructiva sobre suelos de alta compresibilidad ha sido centro de múltiples investigaciones, debido a su vulnerabilidad al cambio de volumen por incrementos de carga estructural lleva a cabo la falla por asentamiento en cimentaciones superficiales. En respuesta a fallas del terreno por baja resistencia y asentamiento en cimentaciones superficiales; se han desarrollado técnicas de mejoramiento de suelos en la práctica de la construcción. las cuales buscan optimizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para aumentar la resistencia, minimizar la deformabilidad y el riesgo de asentamientos.

La elección de la técnica para mejorar la calidad del suelo cuando este no cumple con los requisitos en un proyecto de ingeniería depende de la aplicación geotécnica específica en la que se utilizara ya sea en la construcción de terraplenes, túneles o edificaciones y las técnicas utilizadas en la ingeniería geotécnica son las que se mencionan a continuación, la técnica de mejoramiento de suelo, sustitución que radica en sustituir el suelo blando con base granular y es recomendable donde el volumen de suelo a reemplazar es pequeño, la estabilización química que consiste en una modificación química del material usando diferentes aditivos como cemento, ceniza volante, zeolita, cenizas de cáscara de arroz, cenizas de caña de azúcar y cal para la mejora de la resistencia y la compresibilidad del suelo, otra técnica de mejoramiento de suelo es la compactación que consiste en reducir la relación de vacíos e incrementar la resistencia del suelo mediante métodos vibratorios para suelos friccionantes y cohesivos.

Antecedentes del estudio de la investigación

Antecedentes nacionales e internacionales

Chauca (2021), presento una tesis titulada: “***Estudio comparativo de la influencia de aditivos químicos y rellenos en la efectividad de la estabilización de suelos orgánicos con cemento***”, donde planteó como propósito, la eficacia del uso de cemento en suelos orgánicos con presencia de turba. Obtuvo como conclusión que, el cemento ha demostrado ser eficaz en la estabilización química reduciendo los vacíos que se encuentran en la turba, y por consiguiente reduce la deformabilidad del suelo. También concuerda en utilizar una dosificación mínima de cemento para neutralizar ácidos húmicos presentes en la turba. Que, al reaccionar con el hidróxido de calcio presente en el cemento, acelera la cristalización del calcio aumentando la resistencia de la mezcla suelo-cemento.

Díaz (2021), presento una tesis titulada: “***Conceptualización de la metodología para el uso del relleno fluido suelo-cemento en el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante en edificaciones 2020***”, donde planteó como objetivo, evaluar el relleno fluido suelo-cemento, como estrato de apoyo en zapatas. Obtuvo como conclusión que, el relleno fluido suelo-cemento aumenta la capacidad admisible, como también disminuye los asentamientos en zapatas.

Conde (2022), presento una tesis titulada: “***Evaluación del mejoramiento de suelo residual blando con columnas de suelo - cemento - RCD para viabilizar el uso de cimentaciones superficiales***”, donde estableció como objetivo, analizar la deformabilidad de suelos, mediante el uso de columna suelo-cemento. Con el fin de evaluar su aplicación en cimentaciones superficiales para edificaciones de baja altura. Obtuvo como conclusión que, el

uso de columna suelo-cemento, con una adición del 9% de cemento en peso, favorece en disminuir la deformabilidad de suelos en cimentaciones superficiales.

Artículos relacionados al tema de investigación

Islam,. et al. (2022), presento un artículo titulado: “*Mejora de las propiedades de consolidación de suelos arcillosos mediante residuos de construcción y demolición de grano fino*”, donde planteó como objetivo, mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo arcilloso, utilizando diferentes porcentajes de restos de demolición y construcción (RCD).
Obtuvo como conclusión que, la uso de 30% de RCD presenta una disminución del 30% en las propiedades físicas y mecánicas de suelo mejorado, frente a las propiedades del suelo original.

Ganasan,. et al. (2015), presento un artículo titulado: “*Uso de esteras celulares livianas para reducir el asentamiento de estructuras en suelos blandos*”, donde planteó como objetivo, analizar el asentamiento por consolidación en cimentaciones rígidas, para suelos de alta compresibilidad, con el uso de estera celular innovadora. Obtuvo como conclusión que, la estera celular innovadora reduce hasta en un 50% el asentamiento en cimentaciones rígidas.

Kusumastuti y Sepriyanna (2019), presento un artículo titulado: “*Estabilización de suelos blandos con ceniza de cascara de arroz y polvo de vidrio según características físicas*”, donde planteó como objetivo, potenciar las propiedades físicas de suelos de alta deformabilidad, como límites de consistencia, mediante el uso de ceniza de cáscara de arroz y el polvo de vidrio. Obtuvo como conclusión que, con una adición del 10% de polvo de vidrio y un 10% de ceniza de cáscara de arroz, presenta una disminución del 20% en los valores de índice de plasticidad y límite líquido.

Abeer,. et al. (2023), presento un artículo titulado: *“Efecto del polvo de cemento sobre las propiedades de consolidación de suelos expansivos”*, donde plantea como propósito, optimizar las propiedades mecánicas de compresibilidad, con el uso de polvo de cemento que es un desperdicio de la industria del cemento y se encuentra disponible como material de desecho. Obtuvo como conclusión que, con una adición del 10% de polvo de cemento las propiedades mecánicas de compresibilidad tanto la relación de vacíos, índice de compresión, recompresión disminuyeron en un 39%.

Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio

Cimentación

Castro & Ruiz (2020), Cimentación es un conjunto de elementos estructurales que conectan una edificación con el terreno, transmitiendo las cargas de la estructura al suelo de forma que este sea capaz de soportarlas sin deformaciones excesivas, ni fallas.

Martínez & Fernández (2021), Cimentación es un sistema estructural responsable de transmitir todas las cargas de la edificación al suelo de manera segura y uniforme. Sin que esta sufra asentamientos.

Cimentaciones Superficiales

González (2018), Son elementos estructurales ubicados a una profundidad reducida en el subsuelo; por lo general a menos de tres metros, cuyo objetivo principal es distribuir las cargas de forma uniforme al suelo, de manera tal que no exceda su resistencia límite y las deformaciones resultantes sean tolerables. Este tipo de cimentaciones es propicio utilizar en suelos de buena capacidad admisible cerca de la superficie, lo que reduce los costos y la

complejidad de construcción. Estas incluyen zapatas aisladas, cimientos corridos, losas de cimentación y otros tipos de apoyo directo, lo que las convierte en una opción económica y eficiente en proyectos de pequeña y mediana envergadura.

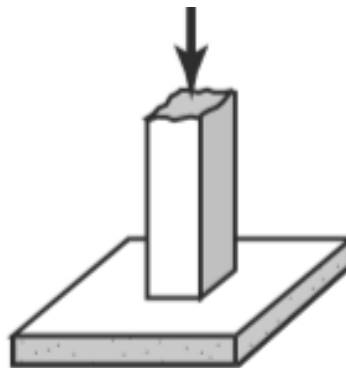
Zapatas

Morales (2015), Las zapatas son elementos estructurales empleados en la construcción y tienen como función transmitir las cargas de una edificación al terreno de fundación. Se utilizan cuando el suelo tiene una capacidad admisible suficiente para soportar el peso de la estructura. Estas bases son de concreto armado donde las cargas se distribuyen de manera uniforme en el suelo subyacente.

García (2017), Las zapatas son elementos de una cimentación y se utilizan para soportar columnas individuales, estas son de forma cuadrada o rectangular y están diseñadas para resistir cargas verticales o excéntricas.

La zapata es una estructura que tiene como fin distribuir el peso de la edificación al subsuelo de manera uniforme. Su diseño se realiza considerando la profundidad adecuada, que depende de las cualidades geotécnicas del suelo sobre el cual se apoya.

Figura 1. Zapata cuadrada.



Nota: Fundamentos de la mecánica de suelos por McCarthy, 2014.

Suelo

Rodríguez (2018), El suelo es un material compuesto de partículas minerales que se encuentra en la superficie de la Tierra y debido a sus propiedades mecánicas puede ser utilizado como medio de soporte para estructuras de proyectos de ingeniería.

Fernández y Gómez (2017), El suelo es el conjunto de materiales heterogéneos que cubre la superficie terrestre, caracterizado por su origen, tamaño de partículas y capacidad para deformarse bajo cargas externas.

Clasificación del Suelo

Las categorías fundamentales que empleamos los profesionales de ingeniería civil para clasificar los suelos vienen a ser: limo, arcilla, grava y arena. Por consiguiente, la mayor parte de estos son anisotrópicos y están compuestos por una mezcla de dos o más elementos, y pueden incluir además de materiales descompuestos u orgánicos. Las gravas y arenas se denominan suelos de grano grueso, mientras que los limos y arcillas se consideran de grano fino. Las fronteras entre estas categorías están definidas según la clasificación SUCS, que establece límites específicos de tamaño para cada tipo de suelo.

Figura 2. Sistema de clasificación SUCS.

SIMBOLO	Características Generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
GP			Pobrementemente graduadas
GM		Con finos (Finos >12%)	componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENASS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
SP			Pobrementemente graduadas
SM		Con finos (Finos >12%)	componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL < 50)	
MH		Alta plasticidad (LL > 50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL < 50)	
CH		Alta plasticidad (LL > 50)	
OL	SUELOS ORGANICOS	Baja plasticidad (LL < 50)	
OH		Alta plasticidad (LL > 50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente organicos	

Nota: Clasificación SUCS del Manual del Carreteras Vol. II.

Normas para ensayos de caracterización, resistencia y compresibilidad de suelos

Los ensayos de caracterización para determinar las propiedades físicas de los suelos y los ensayos de resistencia y compresibilidad para determinar las propiedades mecánicas del suelo, se llevaron a cabo de acuerdo con las instrucciones del Manual de Ensayos de Materiales (EM-2016) que incluyen las normas AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y la ASTM (American Society for Testing Materials).

Se utilizaron las siguientes referencias de las normas con la finalidad de seguir los procedimientos establecidos en cada ensayo, como se puede observar en la tabla N.º 1.

Tabla 1. Normas

Ensayos	Normas
Obtencion en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)	NTP 339.08 y (MTC-105).
Contenido de Humedad	NTP 339.127, (ASTM D-2216), (MTC E-105).
Análisis Granulométrico	NTP 339.128, (ASTM D-422-63) y (MTC E-107).
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129, (ASTM D-4318), (MTC E-110) y (MTC E-111).
Peso unitario(parafina)	(ASTM D-4531).
Proctor estandar	NTP 339.141, (ASTM D-1557) y (MTC E-115).
Descripcion e identificacion de suelos	NTP 339.150 y (ASTM D-2488).
Corte Directo	NTP 339.171 y (ASTM D-3080).
Consolidación Unidimensional del suelo	NTP 339.154, (ASTM D-2435), (AASHTO T-216), y (MTC E-135).

Nota: Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Cemento portland tipo I

ASTM International. (2017), El Cemento Portland Tipo I es un material de construcción compuesto por clinker que se produce al calentar una mezcla de caliza y arcilla a altas temperaturas. Este proceso de fabricación da como resultado un cemento que al ser combinado con agua forma una pasta que se endurece y adquiere resistencia a medida del paso del tiempo. Se utiliza en la construcción de proyectos de ingeniería.

Velásquez (2018), Menciona como principales compuestos químicos del cemento son óxido de sílice (SiO_2), óxido de Calcio (CaO), óxido férrico (Fe_2O_3) y alúmina (Al_2O_3), como se puede observar en la tabla N.º 2.

Tabla 2. Composición química del cemento portland tipo I.

Caracterización química del cemento Portland tipo I	
CaO, %	62.88
SiO ₂ , %	19.00
Al ₂ O ₃ , %	5.15
Fe ₂ O ₃ , %	3.19
SO ₂ , %	3.14
MgO, %	2.16
K ₂ O, %	1.29
Na ₂ O, %	0.10

Nota: De Villarroel et.al (2022).

Oxido ferroso (ocre)

West, J. S. (2018), El óxido ferroso que tiene como nombre comercial ocre se utiliza en la práctica constructiva, en acabados de pintura por su capacidad de proporcionar tonos terrosos. Debido a su estabilidad química lo hace adecuado para aplicaciones como en morteros y revestimientos.

Sukiman., et al (2023), El óxido ferroso se define como un pigmento natural que se forma por la liberación de hierro que proviene de materiales primarios y secundarios debido a la oxidación.

Según Doe, J. M., & Lee, A. K. (2020), El ocre según su composición mineralógica contiene óxido ferroso y otros minerales lo que contribuye a su color característico. Su estructura cristalina le confiere propiedades únicas que son aprovechadas en diversas aplicaciones industriales.

Figura 3. Oxido ferroso(ocre).



Nota: De Sukiman., et al (2023)

Asentamiento.

El asentamiento de las cimentaciones es el proceso de deformabilidad del suelo que ocurre bajo la influencia de cargas estructurales. Este mismo debe estimarse con mucho cuidado en el caso de estructuras como puentes, edificaciones, diques, presas de tierra y muros de contención.

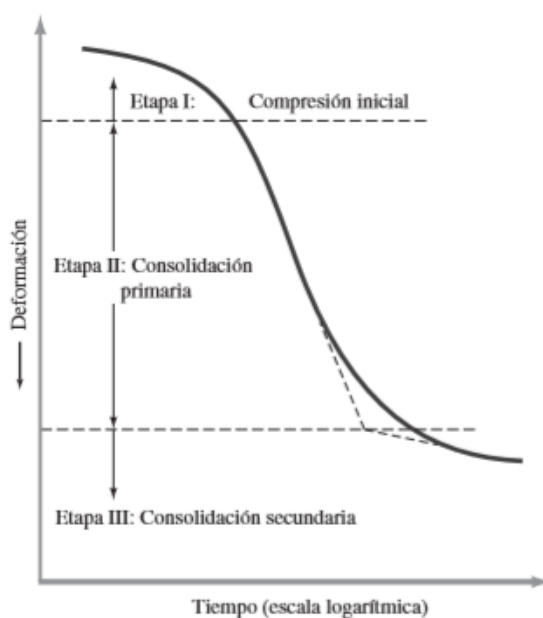
Das, B. M. (2018), El asentamiento de cimentaciones se refiere a la disminución del volumen de vacíos del suelo debido a la aplicación de carga estructural. Este fenómeno es fundamental en el análisis geotécnico a corto y largo plazo, ya que puede afectar la estabilidad e integridad estructural de proyectos de ingeniería.

Asentamiento por Consolidación

McCarthy (2014), El asentamiento por consolidación se genera por tensiones verticales aplicadas en el suelo, pero también se distribuyen en otras direcciones debido a la distorsión del volumen del suelo debido a deformaciones de corte y compresión del suelo.

Comprende una fase inicial casi instantánea, seguido de una compresión primaria y después de una compresión secundaria a largo plazo. La magnitud de estos asentamientos depende de la naturaleza del suelo siendo mayor en suelos de alta compresibilidad.

Figura 4. Etapas de asentamientos por consolidación.



Nota: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica por Braja m. Das.

Asentamiento Inmediato

Das, B. M. (2018), El asentamiento inmediato en suelos es la deformación vertical que ocurre en una estructura inmediatamente después de la aplicación de una carga estructural, debido a la compresión de los poros del suelo y la deformación elástica del material. Este tipo de

asentamiento es significativo en suelos cohesivos y no cohesivos, y se considera esencial para la evaluación del comportamiento de la cimentación durante la vida útil de una estructura.

Asentamiento por Consolidación Primaria

Terzaghi, Peck y Mesri (1996), El asentamiento por consolidación primaria es el proceso de reducción de volumen debido a la disipación de agua de los poros del suelo cuando se aplica una carga estructural. Esto ocurre principalmente en suelos cohesivos como arcillas saturadas donde el agua intersticial es forzada a salir dando como resultado una disminución del espacio poroso y dándose el asentamiento por consolidación de la cimentación subyacente.

Se dispone de un procedimiento matemático para calcular el asentamiento causado por la consolidación primaria, el cual depende del cambio en la relación de vacíos del suelo y este cambio dependerá de que si la arcilla esta preconsolidada o normalmente consolidada, por lo que se pueden presentar tres casos importantes en el cálculo de asentamientos los cuales son: el caso A son para arcillas normalmente consolidadas y el caso B y C son para arcillas preconsolidadas.

Mejoramiento de Suelos

Mejorar el suelo es modificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural mediante técnicas o métodos, donde se busca aumentar su resistencia y reducir su compresibilidad, los métodos de mejora que se aplican en diferentes suelos son por sustitución, compactación, químicos este último es más utilizado en suelos de alta compresibilidad. la técnica de mejoramiento de suelos química, es una mezcla compactada de suelo, agua y aditivos químicos que mejoran las propiedades mecánicas del suelo para cumplir con ciertos requisitos

técnicos en las aplicaciones de proyectos de ingeniería, consiguiendo un material eficaz para el aumento de la resistencia y disminución de la deformabilidad del suelo.

Técnica de mejoramiento de suelos, por sustitución

La sustitución de suelos es un procedimiento donde se trata de cambiar el suelo de alta deformabilidad con material granular seleccionado.

Rosales (2014), El mejoramiento de suelos por sustitución es efectivo en situaciones donde el volumen de suelo de alta deformabilidad es reducido.

Hasán,. et al (2015), Describe como mejoramiento de suelos por sustitución a la implementación de una capa granular que actúa como protección contra la elevación capilar del suelo por presencia de nivel freático. Los costos asociados con la sustitución son inferiores a los métodos de estabilización química. Además, el material compactado utilizado en esta técnica es capaz de soportar cargas significativas.

Técnica de mejoramiento de suelos, por compactación

La compactación se define como el proceso de mejora de las propiedades del suelo, a través de vibraciones realizadas al terreno de fundación.

Juárez & Rico (1992), Mencionan que el mejoramiento de suelos por compactación es la mejora artificial de las propiedades de suelos mediante métodos mecánicos, lo que implica un aumento en la resistencia del suelo y reducción en la relación de vacíos, usando técnicas de compactación dinámica y vibratoria.

Técnica de mejoramiento de suelos, por estabilización química

Singh (2013), El mejoramiento de suelos por estabilización química, es un proceso de variación química del suelo, con aditivos como ceniza volante, zeolita, cemento y cal, para así disminuir el potencial de expansión, deformabilidad de suelo y aumentar la resistencia del suelo.

Petry & Little (2022), El mejoramiento de suelos por estabilización química es un proceso que se realiza en suelos finos mediante la adición de un aditivo o aglutinante, como el cemento o cal que al mezclarse con el suelo provoca una reacción química de cementación e intercambio iónico.

Mejoramiento suelo-cemento

Según Velásquez (2018), Mejoramiento suelo-cemento es el material que resulta de combinar cemento, suelo y agua, el cual se compacta para conformar un material con propiedades mecánicas eficaces. Este material se emplea para mejorar el estrato de apoyo en cimentaciones superficiales o subrasante en carreteras.

Abeer,. et al (2021), Recomienda la adición de cemento en porcentaje de peso de suelo seco menor al 10% para mejorar el estrato de apoyo en cimentaciones, Sin embargo, según la situación y aplicación geotécnica este mismo porcentaje puede provocar un ligero aumento o un efecto negativo en el índice de compresibilidad, índice de recompresión, relación de vacíos y asentamiento por consolidación, debido a que este es directamente proporcional a estas propiedades.

Horpibulsuk,. et al (2010), Recomienda la adición de cemento en porcentaje de peso de suelo seco entre 0-10% para mejorar el estrato de apoyo en cimentaciones, donde determinaron que la resistencia del suelo aumenta y la deformabilidad del suelo disminuye.

La PCA da valores de porcentaje de cemento en peso de suelo seco para diferentes clasificaciones de suelos según la AASTHO, como se muestra en la siguiente tabla N.º 3.

Tabla 3. Porcentaje de cemento requerido para la estabilización de suelos.

Clasificación de suelos AASHTO	Porcentaje en peso de cemento requerido
A-1	14
A-2-4	14
A-2-5	14
A-2-6	10
A-2-7	10
A-3	14
A-4	10
A-5	10
A-6	7
A-7	7

Nota: Por Portland Cement Association, 1992, PCA.

Mejoramiento suelo-óxido ferroso

Sukiman,. et al (2023), Mejoramiento suelo-óxido ferroso es el material que resulta de combinar óxido ferroso, suelo y agua el cual se compacta para conformar un material con propiedades específicas.

Además menciona que la adición de óxido ferroso en un 4% aumentan las propiedades mecánicas de resistencia y compresibilidad del suelo, en cambio, con una adición de 8% a más, hay un efecto adverso donde disminuye las propiedades mecánicas del suelo tratado, pero son superiores a los valores de suelo en estado natural.

CAPÍTULO IV: HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis General

El mejoramiento de suelo con cemento presenta la mejor alternativa técnica frente a un mejoramiento de suelo con óxido ferroso para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.

Hipótesis Específicas:

1. El mejoramiento con el porcentaje de 7.5% entre cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.
2. El mejoramiento con el porcentaje de 10% entre cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.
3. El mejoramiento de suelo con cemento frente al mejoramiento de suelo con óxido ferroso tiene un menor costo de ejecución de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.

Variables

Variable independiente.

La variable independiente cualitativa es el mejoramiento de suelo usando cemento u óxido ferroso, ya que esta vendrá a ser evaluada de forma descriptiva.

Variable dependiente:

La variable dependiente cuantitativa es el asentamiento de zapatas aisladas de forma experimental empleando las técnicas de mejoramiento de suelo con cemento u óxido ferroso respaldado por indicadores y tablas en los resultados.

Sistema de variables

Definición conceptual

Mejoramiento con Cemento, El mejoramiento de suelo con cemento, es la mezcla compactada de suelo, agua y cemento, que en cantidades dadas mejora las propiedades mecánicas del suelo.

Mejoramiento con Óxido Ferroso, El mejoramiento de suelo con óxido ferroso, es la mezcla compactada de suelo, agua y óxido ferroso, que en cantidades dadas mejora de las propiedades mecánicas del suelo.

Asentamiento en zapatas aisladas, El asentamiento en zapatas aisladas, es el desplazamiento vertical que experimenta una zapata debido a la carga aplicada de la estructura.

Definición operacional

Mejoramiento con Cemento, El mejoramiento de suelo con cemento es, el proceso de estabilización del suelo mediante la adición de cemento.

Mejoramiento con Óxido Ferroso, El mejoramiento de suelo con óxido ferroso, es el proceso de estabilización del suelo mediante la adición de óxido ferroso.

Asentamiento en zapatas aisladas, El asentamiento en zapatas aisladas es la descripción cuantificable que permite analizar el impacto sobre la estabilidad de la estructura.

Tabla 4. Operacionalización de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala	Instrumento
Mejoramiento con cemento	El mejoramiento de suelo con cemento es la mezcla compactada de suelo, agua y cemento, que en cantidades dadas mejora las propiedades mecánicas del suelo.	El mejoramiento de suelo con cemento es, el proceso de estabilización de suelo mediante la adición de cemento.	Porcentaje de cemento añadido al suelo(% en peso)	7.5% y 10%	%	Cualitativa	Ensayo de Consolidación Unidimensional

Mejoramiento con óxido ferroso	El mejoramiento de suelo con óxido ferroso, es la mezcla compactada de suelo, agua y óxido ferroso, que en cantidades dadas mejora las propiedades mecánicas del suelo.	El mejoramiento de suelo con óxido ferroso es, el proceso de estabilización de suelo mediante la adición de óxido ferroso.	Porcentaje de óxido ferroso añadido al suelo (% en peso) 7.5% y 10% % Cualitativa Ensayo de Consolidación Unidimensional
Asentamiento en zapatas aisladas	El asentamiento en zapatas aisladas, es el desplazamiento vertical que experimenta una zapata debido a la carga aplicada de la estructura.	El asentamiento en zapatas aisladas se obtiene de una descripción cuantificable lo que permite analizar su impacto sobre la estabilidad de la estructura.	Magnitud del asentamiento < 2.54cm cm Cualitativa Hoja de cálculo Excel

CAPÍTULO V: MARCO METODOLÓGICO

Método de la investigación

La presente investigación se desarrolló de acuerdo al método deductivo centrado en el mejoramiento de suelos de alta compresibilidad y su impacto en la reducción de asentamientos en zapatas aisladas.

Orientación de la investigación.

La orientación de la investigación es aplicada, ya que su finalidad es resolver el problema concreto de asentamiento en zapatas aisladas con estrato de apoyo de suelo natural y suelo mejorado, y aplicar esta solución en la práctica constructiva.

Enfoque de la investigación

Para esta investigación el enfoque cualitativo en cuanto a mejoramiento con cemento u óxido ferroso y cuantitativo porque se utilizó datos numéricos de asentamiento en zapatas aisladas, fue respaldado por indicadores como tablas en los resultados.

Tipo de investigación

La investigación ejecutada es de característica descriptiva debido a que se hizo una descripción de la realidad problemática, lugar donde se encontró el problema de suelos de alta deformabilidad y como esta afecta en el asentamiento de zapatas aisladas bajo la carga aplicada por la estructura y también por la correspondencia que enfoca las variables independientes y variables dependientes.

Diseño de la investigación

En relación con la información previamente seleccionada de esta tesis que explora la relación variable mejoramiento de suelos con el uso de cemento u óxido ferroso para reducir asentamientos en zapatas aisladas fue experimental, transversal y prospectiva.

Según el proceso de estudio fue experimental, ya que se manipuló las variables independientes como el mejoramiento del suelo con cemento u óxido ferroso y también en consecuencia se midió la variable dependiente que es el asentamiento en zapatas aisladas mediante hojas de cálculo Excel.

En cuanto al número de mediciones fue transversal porque dentro del proceso de la ejecución de la técnica de mejoramiento, se tomó datos del grupo control y sus respectivas características una sola vez.

Según la cronología de la investigación fue progresivo, ya que la data que se obtuvo es la respuesta de la experimentación que se realizó con las variables.

Población y muestra

Población

La población para esta investigación será el terreno donde se proyectará a construir la edificación, y está ubicado en la Asociación Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco y que está íntimamente ligado a lo que se pretende estudiar.

Muestra

La muestra con fines de investigación, Está definido como un subgrupo finito que pertenece a la población investigada. En otras palabras, la muestra es la fracción característica de

la población. Por ende, las muestras que se extraerán de las excavaciones a cielo abierto, será de una calicata en total y se realizarán con el fin de determinar la mejor alternativa de mejoramiento de suelo en zapatas aisladas.

Grupo Control..... tal como está en la realidad.....	1 especimen
Grupo Experimental 1..... Cemento al 7.5%.....	1 especimen
Grupo Experimental 2..... Cemento al 10%.....	1 especimen
Grupo Experimental 3..... Óxido ferroso al 7.5%.....	1 especimen
Grupo Experimental 4..... Óxido ferroso al 10%.....	1 especimen

Técnica de instrumentación y recolección de datos

Instrumentos de recolección de datos

Exploración del subsuelo

Conforme a la normativa técnica E. 0.50 del reglamento nacional de edificaciones del año 2018, es de importancia ejecutar un estudio de mecánica de suelos para determinar si el suelo natural cumple con los requisitos de capacidad admisible o asentamientos permisibles para un proyecto de ingeniería según la norma E.0.50 de suelos y cimentaciones.

Ubicación geográfica

El proyecto está ubicado en la Asociación Francisco Palao, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco, departamento del Cusco en la zona UTM 19S.

Tabla 5. Ubicación geográfica.

COORDENADAS UTM		ALTITUD(msnm)
Norte	Este	
8501388.5	181826.02	3287

Características del área a intervenir

La finalidad de esta investigación fue mejorar las propiedades mecánicas del suelo de fundación de zapatas para disminuir el impacto del asentamiento total para cargas estructurales de una edificación de 4, 6 y 8 niveles.

Topografía del área de estudio

La zona donde se llevará a cabo el mejoramiento de suelo para zapatas aisladas está situada en un área con topografía plana.

Geología del área de estudio

Geología Regional

Formación Mitu

Mendivil & Dávila, (1994) menciona que el conjunto Moho de la formación Mitu se encuentra sectorizado en la quebrada de Huancaro en la margen derecha del río Huatanay, también en la zona de Kary Grande donde se caracteriza por tener componentes litológicos y procesos erosionales que influyen en su estratificación la cual está formada por un conjunto monótono de limolitas, arcillitas y lodolitas.

Geología local

Formación San Sebastián (Qpl-sa)

Gregory H. (1916) menciona que en la provincia de cusco se ha identificado el afloramiento de la cuenca del río Huatanay, abarcando los distritos de Cusco, San Sebastián, San Jerónimo y Santiago. Este afloramiento se encuentra en particular en las zonas habitadas por la población actual.

Desde el punto de vista morfológico, presenta una superficie que forma una cuenca alargada cerrada, delimitada por las laderas del valle del Huatanay, sobre la cual se sitúan importantes distritos del Cusco.

Desde el punto de vista litológico, esta unidad se compone de acumulaciones de arenas y gravas asociadas a conos de deyección, diatomitas y flujos de tierra saturada, que se distribuyen a lo largo de toda la formación. También incluye estratos arcillo limosos intercalados con horizontes de paleo suelos de tonalidades claras, así como también se encuentra la presencia de turba.

El proceso de sedimentación corresponde a un valle lagunar, con características de sedimentación fluvial, donde se almacenaron sedimentos organógenos (turba) en sus márgenes y en distintas ocasiones estos sedimentos fueron enterrados por depósitos de conos de deyección.

Depósitos Coluviales (Qh-co)

Los depósitos coluviales se encuentran acumulados en las laderas más escarpadas debido a que presentan estratos pequeños y se encuentran sectorizados en el área de Chimpa Ayllu y en la quebrada de Muñahuayco dentro del distrito de Ccorca, en el distrito de San Sebastián en los sectores de, Kari Grande y Tticapata.

Depósitos Aluviales (Qh-al)

Los depósitos aluviales se encuentran en ríos y quebradas, y están constituidos por conglomerados transportados con clastos sub angulosos y sub redondeados. También se encuentran en lugares planos en pequeñas lomadas y fondos de valle dando lugar a llanuras aluviales o lacustres y están formados por bloques de gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea.

Geotecnia del área de estudio

Este estudio proporciona información sobre el suelo de fundación de las zapatas, área donde se proyecta realizar la investigación para la mejora de las propiedades físicas, resistencia y compresibilidad del suelo. Para ello mediante ensayos fundamentales de laboratorio se determinará si el suelo cumple con los requisitos para la construcción de edificaciones según los asentamientos permisibles indicados en la norma E.050 de suelos y cimentaciones.

Número de puntos de exploración

Para determinar el total de puntos de exploración la Norma técnica Peruana E. 0.50 de suelos y cimentaciones del reglamento nacional de edificaciones del año 2018, desarrolla la tabla N.º 6, donde los tipos de edificación son I, II, III y IV, que representan desde la edificación más especial hasta la más común, según la perspectiva de exploración de suelos.

Tabla 6. Tipo de edificación u obra

TIPO DE EDIFICACION U OBRA PARA DETERMINAR EL NUMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION					
Descripción	Distancia Mayor entre Apoyos *(m)	Número de Pisos (Incluidos los Sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
Aporticada de Acero	< 12	III	III	III	II
Pórticos y/o Muros de concreto	< 10	III	III	II	I
Muros portantes de Albañilería	< 12	II	I
Bases de máquinas y similares	Cualquiera	I
Estructuras Especiales	Cualquiera	I	I	I	I
Otras Estructuras	Cualquiera	II	I	I	I
Tanques Elevados y similares		≤ 9m de altura		≥ 9m de altura	
		II		I	
Plantas de Tratamiento de Agua			III		
Instalaciones de Agua y Alcantarillado en Obras Urbanas			IV		

Nota: Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones

Para determinar el número de puntos de exploración según la descripción y características de las edificaciones del ámbito geográfico de la zona de estudio, se tiene a los Pórticos y Muros de concreto de 4 a 8 pisos el tipo de edificación es III. En función del tipo de edificación y del área de superficie que ocupa se determinará los puntos de exploración, y esta se puede ver en la tabla N.º 7.

Tabla 7. Número de Calicatas.

NUMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION	
Tipo de edificacion	Numero de puntos de exploracion
I	Uno por cada 225 m ² de area techada del primer piso
II	Uno por cada 450 m ² de area techada del primer piso
III	Uno por cada 900 m ² de area techada del primer piso
IV	Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en
Habilitacion urbana para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectarea de terreno por habilitar
Planta de tratamiento de agua donde se considera el area techada	Nunca sera menor que 3 por el area en planta de la misma

Nota: Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones

El número de puntos de exploración se determinó en función al uso y del área de lote normativo, y se realizó una calicata para un lote normativo de 120m².

Ensayos de laboratorio

Ensayo de Humedad natural, Análisis Granulométrico, Límites de consistencia y peso unitario.

Se ejecutó ensayo de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia y peso unitario del suelo inalterado, y se puede apreciar los resultados en la tabla N.º 8, y el resumen del ensayo se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 81 a 84.

Tabla 8. Propiedades físicas del suelo.

Nº	CALICATA	HUMEDAD	CLASIFICACION SUCS	LIMITE LIQUIDO (L.L) %	LIMITE PLASTICO (L.P) %	INDICE DE PLASTICIDAD (I.P) %	PESO UNITARIO (gr/cm ³)
1	C-01	93.62%	CH	59	28	31	1.33

Clasificación SUCS. Según la clasificación SUCS el suelo natural CH se describe como arcilla de alta plasticidad, y el resumen del ensayo se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 85.

Clasificación AASHTO. Según la clasificación AASHTO el suelo natural CH se describe como las arcillas y limos más plásticos, y el resumen del ensayo se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 86.

Ensayo de corte directo

Se ejecutó el ensayo de corte directo para calcular los parámetros de resistencia del suelo y los resultados obtenidos se indican en la tabla N.º 9, y el resumen del ensayo se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 89 a 91.

Tabla 9. Propiedades mecánicas de resistencia del suelo.

TIPO DE SUELO	COHESION (Kg/cm ²)	ANGULO DE FRICCION(°)
Arcilla de alta plasticidad color marron negrusco	0.008	2.93

Capacidad admisible

La capacidad admisible de diseño que presenta el suelo en estado natural, se determinó mediante la expresión de Meyerhof y su desarrollo se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 92.

$$q_{adm} = \frac{1}{F_s} \cdot c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma$$

Tabla 10. Resultado de Capacidad Admisible.

F.- ESFUERZO ADMISIBLE				
TEORIA DE MEYERHOF				
$q_{cu} = c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + \gamma_1 * Df * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + 0.5 * B * \gamma_2 * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i}$				
DESPLANTE	ANCHO	q_d	q_{adm}	P
Df (m)	B (m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(Tn)
2.00	2.5	0.44	0.15	9.1

Según la observación de la tabla 10 se determinó que la carga máxima que soporta el suelo en su estado natural para una zapata cuadrada de 2.50 m es de 9.1 Toneladas que, en comparación con cargas de 59, 89 y 118 Toneladas que representan a edificaciones de 4,6 y 8 niveles, no podría construirse en este tipo de suelo.

Ensayo de Proctor estándar

Se llevó a cabo el ensayo de Proctor estándar del suelo natural con el propósito de conseguir la curva de compactación y determinar el volumen de agua a utilizar para remoldear las muestras experimentales, y el resumen de ensayo se puede evidenciar en el anexo de la página N ° 88.

Del ensayo de Proctor estándar los resultados obtenidos se indican en la tabla N.º 11.

Tabla 11. Resultados de contenido óptimo de agua.

TIPO DE SUELO	DENSIDAD MAXIMA(gr/cm3)	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA (%)
Arcilla de alta plasticidad color marron negrusco	1.276gr/cm3	29.33%

Remoldeo de las muestras

Se realizó el remoldeo de muestras utilizando la mezcla suelo-cemento o suelo-óxido ferroso, para luego someterlas al equipo de consolidación unidimensional, donde se determinarán mediante hojas de cálculo Excel, los parámetros mecánicos de suelo y estos serán utilizados para el cálculo de asentamiento de zapatas aisladas para diferentes cargas aplicadas.

Preparación de muestras

Se pesó una cantidad de 2250 kg de suelo seco y se determinó el peso de cemento u óxido ferroso de acuerdo a los porcentajes propuestos para el mejoramiento, también se determinó la cantidad de agua a utilizar en el procedimiento de mezclado como se puede observar en la tabla N.º 12.

Tabla 12. Cantidades de materiales en peso para muestras remoldeadas.

Materiales	Grupo experimentalL 01, al 7.5%	Grupo experimental 02, al 10%	Grupo experimental 03, al 7.5%	Grupo experimental 04, al 10%
Suelo natural(gr)	2250	2250	2250	2250
Cemento(gr)	169	225		
Oxido ferroso(gr)			169	225
Agua(ml)	660	660	660	660

Después de tener las cantidades requeridas de materiales, se realiza el mezclado manual para los diferentes grupos experimentales, para luego realizar la compactación del suelo mediante el ensayo de Proctor estándar y poder tallar un espécimen cilíndrico para luego ser sometido a pruebas de consolidación unidimensional.

Ensayo de Consolidación Unidimensional “Método B”

Se llevó a cabo el ensayo de consolidación unidimensional para determinar los parámetros de consolidación del suelo natural y grupos experimentales, tales como la relación de vacíos inicial (e_0), el índice de compresión (C_c), el índice de recompresión (C_r) y presión de preconsolidación (P_c), como se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 93 a 107.

Del ensayo de consolidación unidimensional método “B” los resultados obtenidos de parámetros de consolidación se indican en la tabla N.º13

Tabla 13. Parámetros mecánicos de consolidación.

Muestra	Grupo	Relación de Vacíos Inicial(e_0)	índice de compresión (C_c)	índice de recompresión (C_r)	Presión de Preconsolidación (P_c) kg/cm ²
Suelo en su estado natural	Control	1.1991	0.6303	0.0386	0.7110
Suelo- Cemento al 7.5%	Experimental 1	0.9659	0.0552	0.0118	1.2980
Suelo- Cemento al 10%	Experimental 2	1.1678	0.0613	0.0143	1.1230
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5%	Experimental 3	1.0999	0.2029	0.0356	1.2210
Suelo-Óxido Ferroso al 10%	Experimental 4	1.2381	0.2473	0.0393	0.9710

Cargas transmitidas de la edificación.

Para determinar la carga aplicada a las zapatas se utilizó la columna central más crítica de la edificación y su respectivo metrado de cargas muertas y cargas vivas para lo cual se utilizó la norma E-020 de cargas como se observa en la tabla N.º 14.

Tabla 14. Cargas de acuerdo a la Norma E.020.

NORMA E-020 CARGAS	
Carga Viva (Vivienda)	200 Kg/m ²
Carga Viva (Techo)	100 Kg/m ²
Losa Aligerada (20cm)	300 Kg/m ²
Concreto Armado	2400 Kg/m ³
Piso Acabado	120 Kg/m ²
Mortero	2000 Kg/m ³
Cielo Razo	40 Kg/m ²

Determinación de carga muerta por entrepiso

De acuerdo a la columna más crítica, se determinó la carga muerta en un área tributaria de 19.16 m² para una zapata cuadrada central.

Tabla 15. Carga Muerta por Entrepiso.

CARGA MUERTA POR ENTREPISO					
ELEMENTO	LONGITUD	ANCHO	ALTURA	CARGA	PARCIAL
Columna	0.5	0.3	2.35	2400	846.00 Kg
Viga	8.46	0.3	0.5	2400	3045.60 Kg
Losa Aligerada	Area=	16.62		300	4986.00 Kg
Piso Acabado	Area=	19.16		120	2299.20 Kg
Mortero	Area=	11.37	0.015	2000	341.10 Kg
Cielo raso	Area=	16.62		40	664.80 Kg
Total de Carga Muerta por entrepiso (CM)=					635.84 Kg/m ²

Determinación de la carga muerta

Se determinó la carga muerta en un área tributaria de 19.16 m² para una zapata cuadrada central, en una edificación de 4, 6 y 8 niveles.

Tabla 16. Carga Muerta.

CARGA MUERTA		
NUMERO DE PISOS	CARGA MUERTA(Kg/m ²)	TOTAL
Total de Carga Muerta (Vivienda de 8 pisos)	635.84	97461.60 Kg
Total de Carga Muerta (Vivienda de 6 pisos)	635.84	73096.20 Kg
Total de Carga Muerta (Vivienda de 4 pisos)	635.84	48730.80 Kg

Determinación de la carga viva

Se determinó la carga viva en un área tributaria de 19.16 m² para una zapata central, en una edificación de 4, 6 y 8 niveles.

Tabla 17. Carga Viva.

CARGA VIVA			
NUMERO DE PISOS	C. DE TECHO (Kg/m ²)	C. VIVA (Kg/m ²)	TOTAL
Total de Carga Viva (Vivienda de 8 pisos)	100	200	20692.80 Kg
Total de Carga Viva (Vivienda de 6 pisos)	100	200	16286.00 Kg
Total de Carga Viva (Vivienda de 4 pisos)	100	200	11112.80 Kg

Determinación de la carga total combinada.

Tabla 18. Carga Total Combinada.

CARGA TOTAL COMBINADA			
NUMERO DE PISOS	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	TOTAL
Total de Carga combinada (Vivienda de 8 pisos)	97461.60	20692.80	118154.40 Kg
Total de Carga combinada (Vivienda de 6 pisos)	73096.20	16286.00	89382.20 Kg
Total de Carga combinada (Vivienda de 4 pisos)	48730.80	11112.80	59843.60 Kg

CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Asentamiento de zapatas aisladas

Profundidad activa de asentamientos de zapatas en suelos de alta compresibilidad

Según la Norma Eurocódigo 7, Norma BS 8004 y Terzaghi en suelos de alta compresibilidad, la profundidad activa podría extenderse hasta 4 veces el ancho de las zapatas cuadradas de (1.50, 2.00 y 2.50 m), como se manifiesta en la tabla N.º 19.

Tabla 19. Profundidad activa para el cálculo de asentamientos.

Suelo natural	Zapatas(m)		
	1.50	2.00	2.50
Profundidad Activa $\Delta H=4B$ (m)	6	8	10

Profundidad de estrato de apoyo para el cálculo de asentamientos

Según los resultados de asentamientos por consolidación primaria de zapatas aisladas en suelo natural, para las profundidades activas recomendadas como también para las diferentes cargas aplicadas por las edificaciones de 4, 6 y 8 niveles. Se obtuvo como resultados que se encuentran mayores a 0.00 cm y menores a 2.54 cm. Donde se define que la profundidad de estrato de apoyo para zapatas aisladas de edificaciones de 4, 6 y 8 niveles para los grupos experimentales, como se manifiesta en la tabla N.º 20.

Tabla 20. Profundidad de estrato de apoyo para el cálculo de asentamientos.

Suelo mejorado	Nº de niveles de edificación		
	4	6	8
Profundidad de estrato de apoyo(m)	4	5	6

Asentamiento inmediato

Para el cálculo del asentamiento inmediato se utilizó la ecuación basada en la teoría de la elasticidad; utilizando como coeficiente de poisson para arcillas saturadas el valor de 0.50, La ecuación generalizada es:

$$S_e = q_0(\alpha B) \left(\frac{1 - \mu_s^2}{E_s} \right) I_s I_f$$

Se: Asentamiento inmediato de la Zapata

q₀: Carga aplicada sobre la Zapata

α: Un coeficiente igual a 4 que depende de la geometría de la cimentación

B: Ancho de la Zapata

μ_s: Coeficiente de poisson

E_s: Módulo de elasticidad

I_s: Factor de forma

I_f: Factor de profundidad

Se determinó el asentamiento inmediato en (cm) con la formula mostrada anteriormente para zapatas cuadradas de (1.50, 2.00 y 2.50 m), como se manifiesta en la tabla N.º 21, 22 y 23.

Tabla 21. Asentamiento inmediato en (cm), zapata cuadrada de 1.50 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	34.77	51.93	68.65
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	1.88	2.81	3.71
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	2.11	3.15	4.16
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	5.04	7.53	9.96
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	7.71	11.52	15.23

Tabla 22. Asentamiento inmediato en (cm), zapata cuadrada de 2.00 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	22.95	34.27	45.31
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	1.24	1.85	2.45
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	1.39	2.08	2.75
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	3.33	4.97	6.57
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	5.09	7.60	10.05

Tabla 23. Asentamiento inmediato en (cm), zapata cuadrada de 2.50 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	16.30	24.35	32.19
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	0.88	1.32	1.74
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	0.99	1.48	1.95
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	2.36	3.53	4.67
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	3.62	5.40	7.14

Según la observación de tablas N. 21, 22 y 23, las tablas resumen de resultados se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 108 a 122.

Asentamiento por Consolidación Primaria

Para el cálculo del asentamiento por consolidación primaria se utilizó la ecuación basado en parámetros mecánicos del suelo como relación de vacíos índice de compresión y el incremento de presión de preconsolidación, estos valores se pueden evidenciar en el anexo de la página N.º , para el suelo natural y grupos experimentales. Las ecuaciones generalizadas para normalmente consolidadas y arcillas preconsolidadas son:

Caso A donde $P_0 + \Delta P > P_c$

$$\Delta H = \frac{H}{1 + e_0} \times C_c \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

ΔH : Asentamiento de zapatas debido a la consolidación por la aplicación de carga.

H: Espesor inicial de la capa de suelo donde ocurre la consolidación.

e_0 : Relación de vacíos inicial del suelo antes que se aplique la carga.

C_c : Índice de compresión para la parte normalmente consolidada.

P_0 : Presión efectiva inicial aplicada en el suelo.

ΔP : Incremento de presión debido a la carga aplicada.

Caso B donde $P_0 + \Delta P < P_c$

$$\Delta H = \frac{H}{1 + e_0} \times C_r \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

ΔH : Asentamiento de zapatas debido a la consolidación por la aplicación de carga.

H: Espesor inicial de la capa de suelo donde ocurre la consolidación.

e_0 : Relación de vacíos inicial del suelo antes que se aplique la carga.

C_r : Índice de recompresión para la parte sobreconsolidada.

P_0 : Presión efectiva inicial aplicada en el suelo.

ΔP : Incremento de presión debido a la carga aplicada.

Caso C donde $P_0 + \Delta P > P_c$

$$\Delta H = \frac{H}{1 + e_0} \left(C_c \log \left(\frac{P_c}{P_0} \right) + C_r \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_c} \right) \right)$$

ΔH : Asentamiento de zapatas debido a la consolidación por la aplicación de carga.

H: Espesor inicial de la capa de suelo donde ocurre la consolidación.

e_0 : Relación de vacíos inicial del suelo antes que se aplique la carga.

C_c : Índice de compresión para la parte normalmente consolidada.

C_r : Índice de recompresión para la parte sobreconsolidada.

P_c : Presión de preconsolidación (máxima presión pasada que el suelo ha experimentado).

P_0 : Presión efectiva inicial aplicada en el suelo.

ΔP : Incremento de presión debido a la carga aplicada.

Se determinó el asentamiento por consolidación primaria según la profundidad de estrato de apoyo, para cargas de edificaciones de 4, 6 y 8 niveles, para zapatas cuadradas de (1.50, 2.00 y 2.50 m), como se manifiesta en la tabla N.º 24, 25 y 26.

Tabla 24. Asentamiento por consolidación primaria en (cm), zapata cuadrada de 1.50 m.

Asentamiento	Grupo	Nº de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	5.25	6.89	7.78
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	0.32	0.44	0.51
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	0.38	0.51	0.58
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	1.01	1.41	1.65
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	1.42	1.98	2.30

Tabla 25. Asentamiento por consolidación primaria en (cm), zapata cuadrada de 2.00 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	5.09	6.74	7.64
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	0.32	0.43	0.50
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	0.37	0.50	0.57
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	0.96	1.36	1.66
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	1.37	1.93	2.25

Tabla 26. Asentamiento por consolidación primaria en (cm), zapata cuadrada de 2.50 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	4.94	6.59	7.50
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	0.31	0.41	0.48
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	0.36	0.48	0.56
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	1.01	1.32	1.62
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	1.39	1.87	2.20

Según la observación de tablas 24, 25 y 26, las tablas resumen de resultados se puede evidenciar en el anexo de la página N.º 123 a 167.

Asentamiento Total

Se determinó el asentamiento total para las zapatas cuadradas de (1.50, 2.00 y 2.50 m), como se manifiesta en la tabla N° 27, 28 y 29

Tabla 27. Asentamiento Total en (cm), zapata cuadrada de 1.50 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	40.02	58.82	76.43
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	2.20	3.25	4.22
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	2.49	3.66	4.74
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	6.05	8.94	11.61
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	9.13	13.50	17.53

Según la observación de la tabla N.º 27, se tiene que para un mejoramiento mezcla suelo-cemento y suelo-óxido ferroso presenta una reducción del 93% y 72% de asentamientos en zapatas cuadradas de 1.50 m.

Tabla 28. Asentamiento Total en (cm), zapata cuadrada de 2.00 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	28.04	41.01	52.95
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	1.56	2.28	2.95
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	1.76	2.58	3.32
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	4.29	6.33	8.23
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	6.46	9.53	12.30

Según la observación de la tabla N.º 28, se tiene que para un mejoramiento mezcla suelo-cemento y suelo-óxido ferroso presenta una reducción del 94% y 81% de asentamientos en zapatas cuadradas de 2.00 m.

Tabla 29. Asentamiento Total en (cm), zapata cuadrada de 2.50 m.

Asentamiento	Grupo	N° de niveles de edificación		
		4	6	8
Suelo en su estado natural(cm)	Control	21.24	30.94	39.69
Suelo- Cemento al 7.5% (cm)	Experimental 1	1.19	1.73	2.22
Suelo- Cemento al 10% (cm)	Experimental 2	1.35	1.96	2.51
Suelo-Óxido Ferroso al 7.5% (cm)	Experimental 3	3.37	4.85	6.29
Suelo-Óxido Ferroso al 10% (cm)	Experimental 4	5.01	7.27	9.34

Según la observación de la tabla N.º 29, se tiene que para un mejoramiento mezcla suelo-cemento y suelo-óxido ferroso presenta una reducción del 94% y 85% de asentamientos en zapatas cuadradas de 2.50 m.

Costo de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso

Costo mejoramiento suelo-cemento al 7.5%

Se determinó el costo por metro cuadrado y espesor de 20cm de mezcla suelo-cemento al 7.5%, cómo se manifiesta en la tabla N.º 30.

Tabla 30. Análisis de precio unitario mezcla suelo-cemento al 7.5%.

Partida	01.01.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE MAT. PROPIO + 7.5% DE CEMENTO EN ZAPATAS E=20cm C/EQUIPO					
Rendimiento	m2/DIA	75.0000	EQ.	75.0000	Costo unitario directo por : m2	19.8034	soles
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.3200	10.6200	3.3984
							4.7322
	Materiales						
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS		gal		0.0120	17.5000	0.2100
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0780	2.0000	0.1560
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol		0.4691	28.0000	13.1348
							13.5008
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.7322	0.2366
0301100013	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO CANGURO		hm	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338
							1.5704

Según la observación de la tabla N.º 30 se tiene el análisis de precio unitario por metro cuadrado (m2) de conformación y compactación en un espesor de 20cm de mezcla suelo-cemento al 7.5% tiene un costo de 19.80 soles.

Costo mejoramiento suelo-cemento al 10%

Se determinó el costo por metro cuadrado y espesor de 20cm de mezcla suelo-cemento al 10%, cómo se manifiesta en la tabla N.º 31.

Tabla 31. Análisis de precio unitario mezcla suelo-cemento al 10%.

Partida	01.01.01.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE MAT. PROPIO + 10% DE CEMENTO EN ZAPATAS E=20cm C/EQUIPO					
Rendimiento	m2/DIA	75.0000	EQ.	75.0000	Costo unitario directo por : m2	24.0538	soles
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.3200	10.6200	3.3984
							4.7322
	Materiales						
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS		gal		0.0120	17.5000	0.2100
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0150	2.0000	0.0300
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol		0.6254	28.0000	17.5112
							17.7512
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.7322	0.2366
0301100013	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO CANGURO		hm	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338
							1.5704

Según la observación de la tabla N.º 31, se tiene el análisis de precio unitario por metro cuadrado (m2) de conformación y compactación en un espesor de 20cm de mezcla suelo-cemento al 10% tiene un costo de 24.05 soles.

Costo mejoramiento suelo-óxido ferroso al 7.5%

Se determinó el costo por metro cuadrado y espesor de 20cm de mezcla suelo-óxido ferroso al 7.5%, cómo se manifiesta en la tabla N.º 32.

Tabla 32. Análisis de precio unitario mezcla suelo-óxido ferroso al 7.5%.

Partida	01.02.01.01	CONFORMACION Y COMPACTACION DE MAT. PROPIO + 7.5% DE OXIDO FERROSO EN ZAPATAS E=20cm C/EQUIPO					
Rendimiento	m2/DIA	75.0000	EQ.	75.0000	Costo unitario directo por : m2	205.9426	soles
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.3200	10.6200	3.3984	
							4.7322
	Materiales						
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0120	17.5000	0.2100	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	2.0000	0.0300	
02130600010004	OCRE ROJO(OXIDO FERROSO)	kg		19.9400	10.0000	199.4000	
							199.6400
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	4.7322	0.2366	
0301100013	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO CANGURO	hm	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338	
							1.5704

Según la observación de la tabla N.º 32, se tiene el análisis de precio unitario por metro cuadrado (m2) de conformación y compactación en un espesor de 20cm de mezcla suelo-óxido ferroso al 7.5% tiene un costo de 205.94 soles.

Costo mejoramiento suelo-óxido ferroso al 10%

Se determinó el costo por metro cuadrado y espesor de 20cm de mezcla suelo-óxido ferroso al 10%, cómo se pone de manifiesto en la tabla N.º 33.

Tabla 33. Análisis de precio unitario mezcla suelo-óxido ferroso al 10%.

Partida	01.02.01.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE MAT. PROPIO + 10% DE OXIDO FERROSO EN ZAPATAS E=20cm C/EQUIPO					
Rendimiento	m2/DIA	75.0000	EQ.	75.0000	Costo unitario directo por : m2	272.3426	soles
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.3200	10.6200	3.3984
							4.7322
	Materiales						
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS		gal		0.0120	17.5000	0.2100
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0150	2.0000	0.0300
02130600010004	OCRE ROJO(OXIDO FERROSO)		kg		26.5800	10.0000	265.8000
							266.0400
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.7322	0.2366
0301100013	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO CANGURO		hm	1.0000	0.1067	12.5000	1.3338
							1.5704

Según la observación de la tabla N.º 33, se tiene el análisis de precio unitario por metro cuadrado (m2) de conformación y compactación en un espesor de 20cm de mezcla suelo-óxido ferroso al 10% tiene un costo de 272.34 soles.

CAPÍTULO VII: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

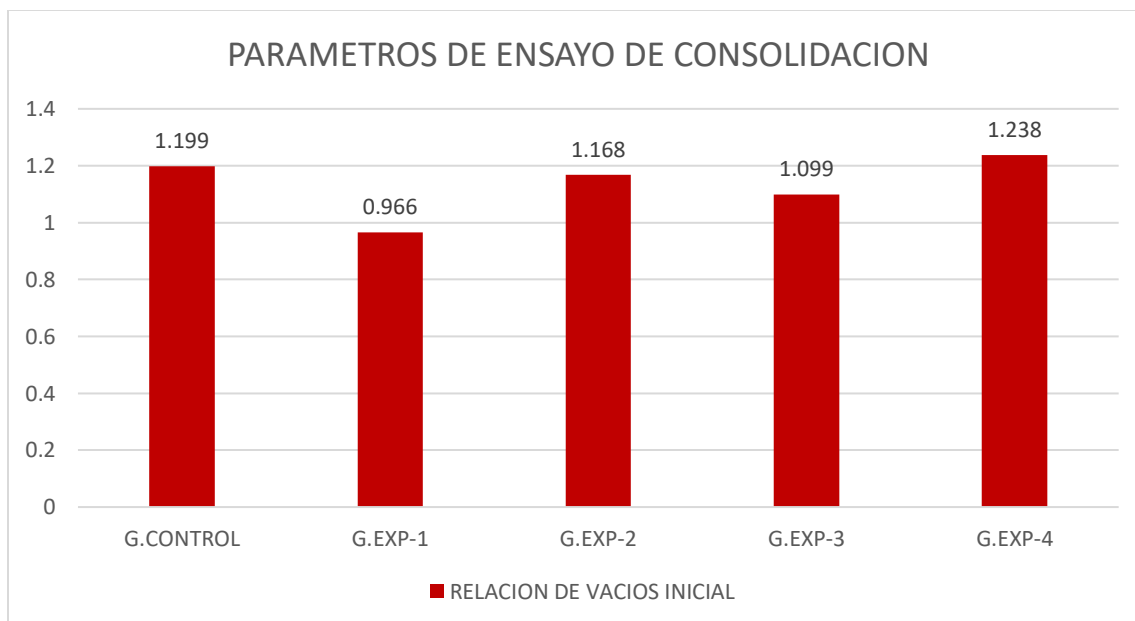
Análisis de técnica de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso:

Luego del mejoramiento de suelos con cemento u óxido ferroso como estrato de apoyo para las zapatas aisladas se obtuvo lo siguiente:

Variación de las propiedades mecánicas del suelo

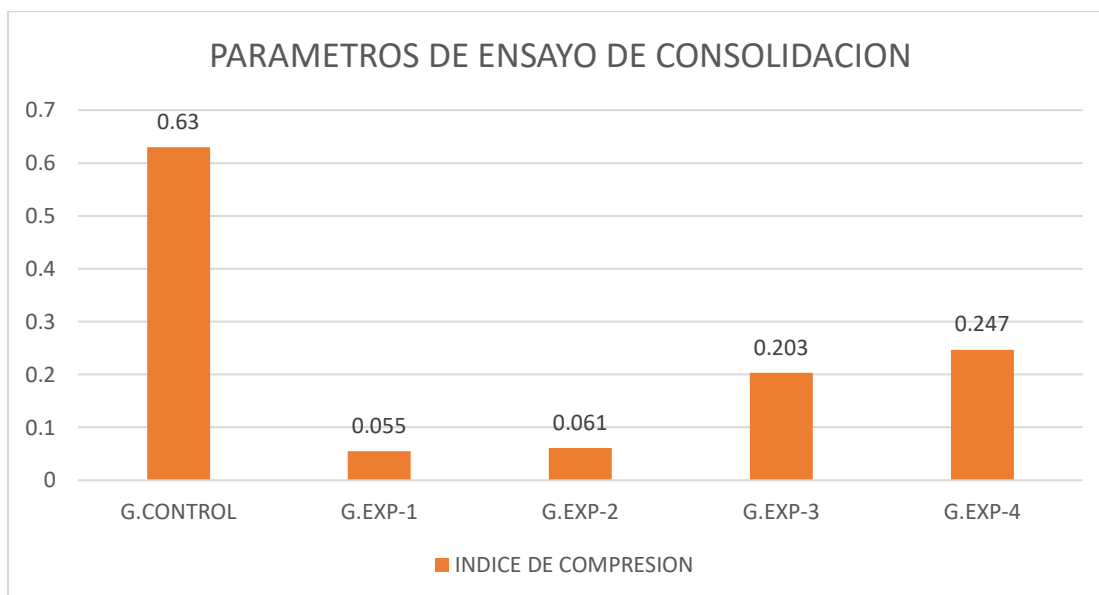
Se obtuvieron valores de relación de vacíos inicial, índice de compresión, índice de recompresión y esfuerzo de preconsolidación, como se pone de manifiesto en la figura N° 5, 6, 7 y 8 respectivamente.

Figura 5. Comparación de relación de vacíos de suelo natural y grupos experimentales.



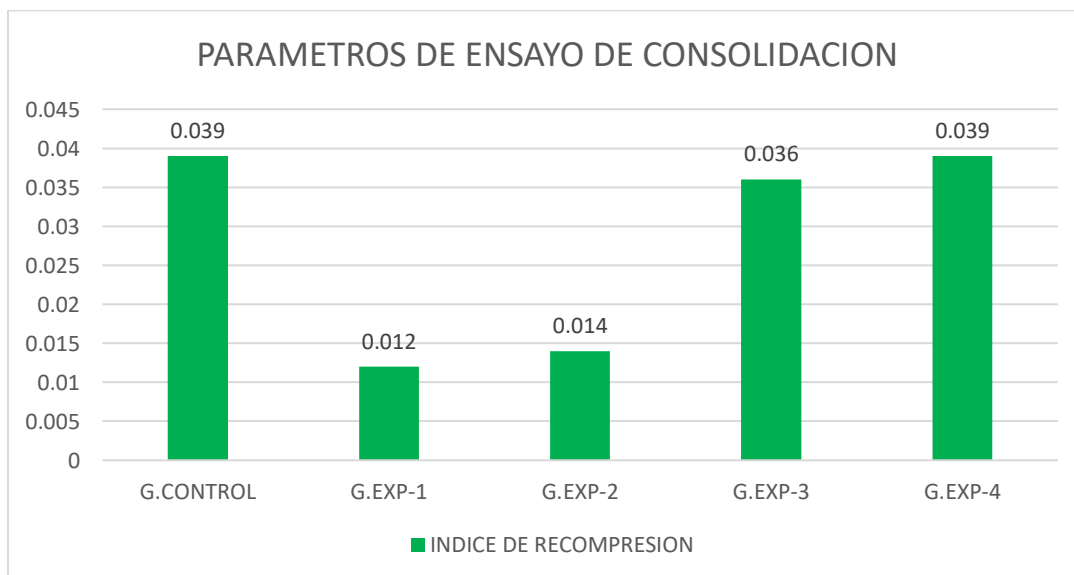
Teniendo como observación la figura N.º 5, se observa que existe una disminución en los valores de relación de vacíos inicial con respecto al valor del suelo natural empleando las técnicas de mejoramiento de suelo-cemento o suelo óxido ferroso.

Figura 6. Comparación de índice de compresión de suelo natural y grupos experimentales.



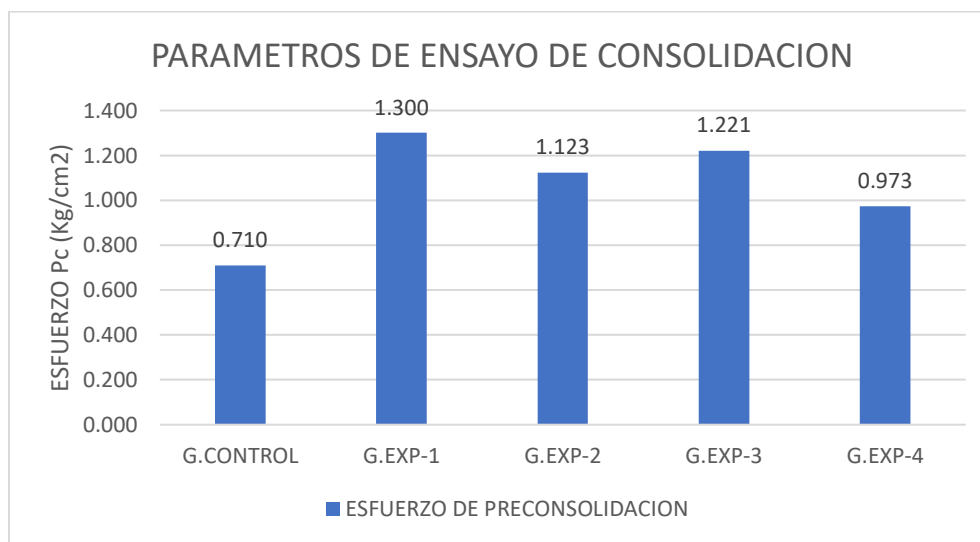
Teniendo como observación la figura N.º 6, se observa que existe una disminución significativa en los valores de índice de compresión con respecto al valor del suelo natural empleando las técnicas de mejoramiento de suelo-cemento o suelo óxido ferroso.

Figura 7. Comparación de índice de recompresión de suelo natural y grupos experimentales.



Teniendo como observación la figura N.º 7, se observa que existe una disminución en los valores de índice de recompresión con respecto al valor del suelo natural empleando las técnicas de mejoramiento de suelo-cemento o suelo óxido ferroso.

Figura 8. Comparación de esfuerzo de preconsolidación de suelo natural y grupos experimentales.



Teniendo como observación la figura N.º 8, se observa que existe un aumento en los valores de esfuerzo de preconsolidación con respecto al valor del suelo natural empleando las técnicas de mejoramiento de suelo-cemento o suelo óxido ferroso.

Interpretación de asentamientos totales

Se obtuvieron los valores de asentamientos totales de zapatas aisladas, como se manifiesta en la figura N.º 9, 10 y 11.

Figura 9. Asentamientos en zapatas aisladas para edificación de 4 niveles.

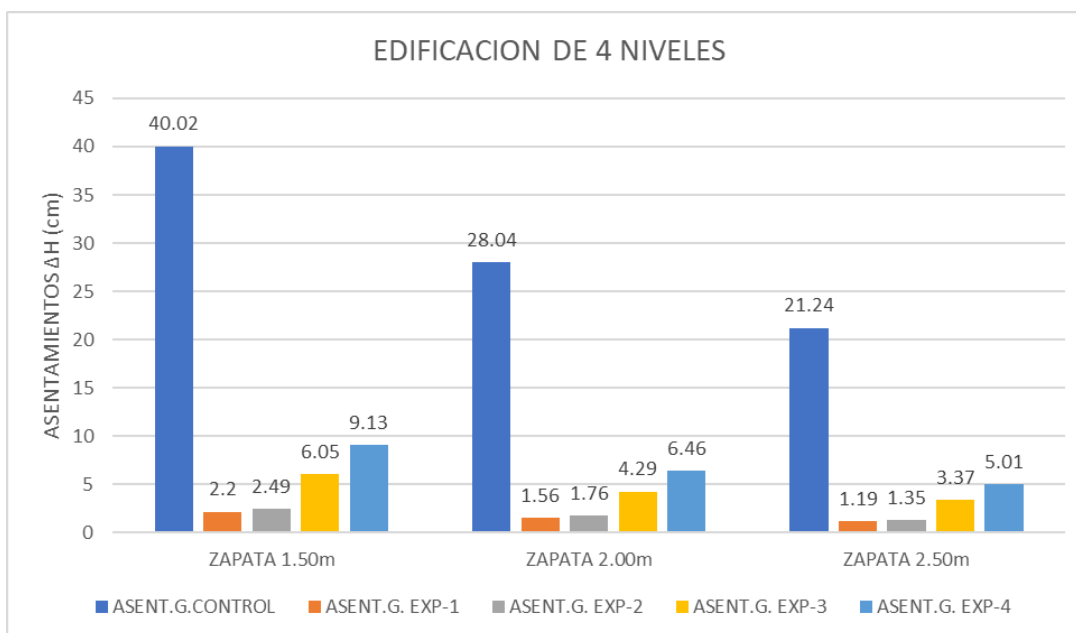


Figura 10. Asentamientos en zapatas aisladas para edificación de 6 niveles.

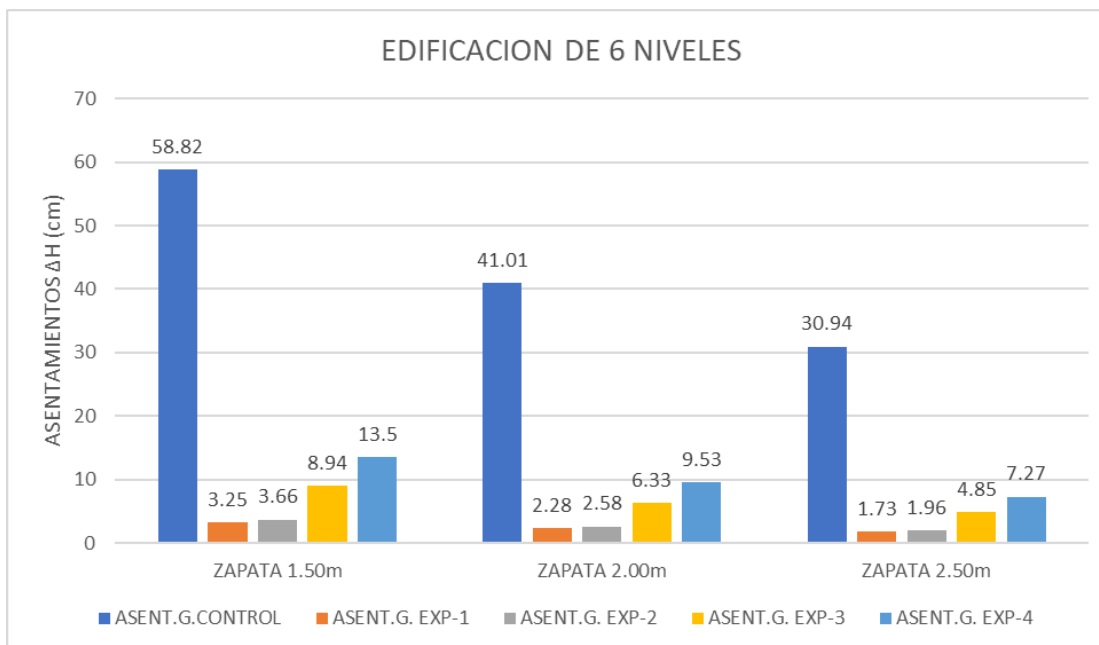
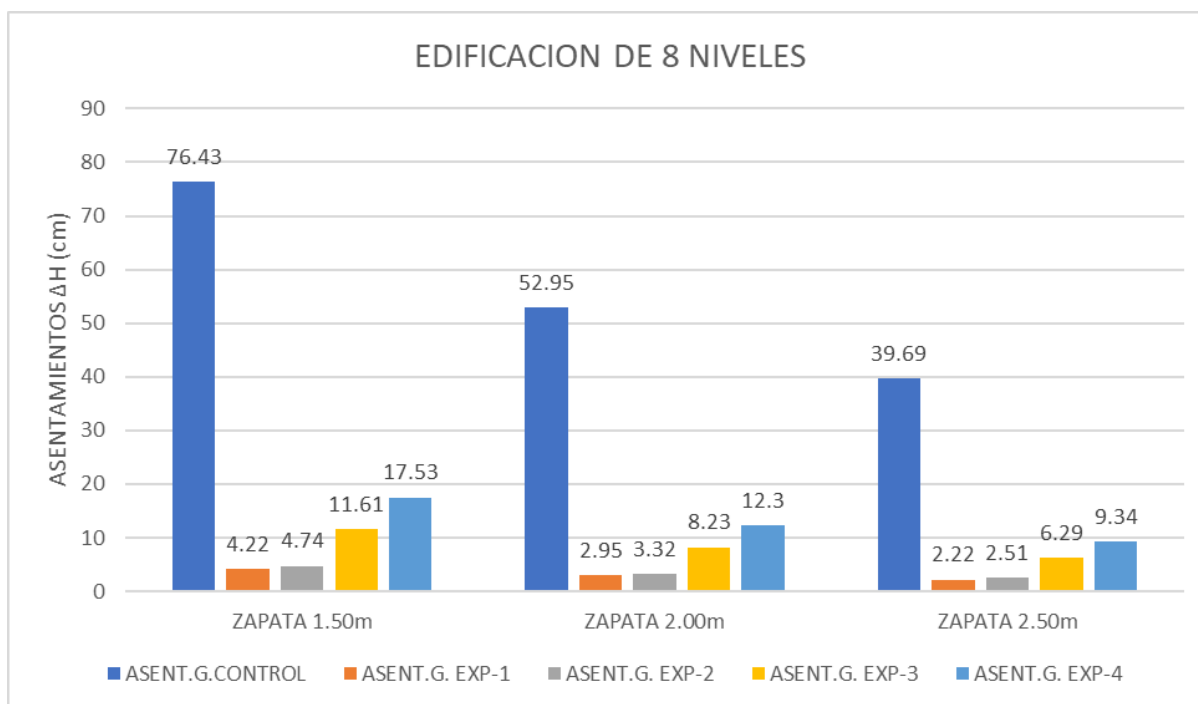


Figura 11. Asentamientos en zapatas aisladas para edificación de 8 niveles.



Teniendo como observación la figura N.º 9, 10 y 11 se observa que existe una disminución en los asentamientos de las zapatas aisladas de 1.50 m, 2.00 m y 2.50 m para diferentes cargas aplicadas empleando las técnicas de mejoramiento de suelo-cemento o suelo-óxido ferroso.

Análisis de costos:

Este análisis se centra en los costos asociados al estrato de apoyo de suelo mejorado, considerando profundidades de 4, 5 y 6 metros según la reducción de asentamientos de zapatas aisladas en edificaciones de 4, 6 y 8 niveles, respectivamente. Teniendo como objeto detallar como las variaciones en la profundidad y el suelo mejorado influyen en los costos totales para cada nivel de edificación.

Análisis de costo para edificación de 4 niveles

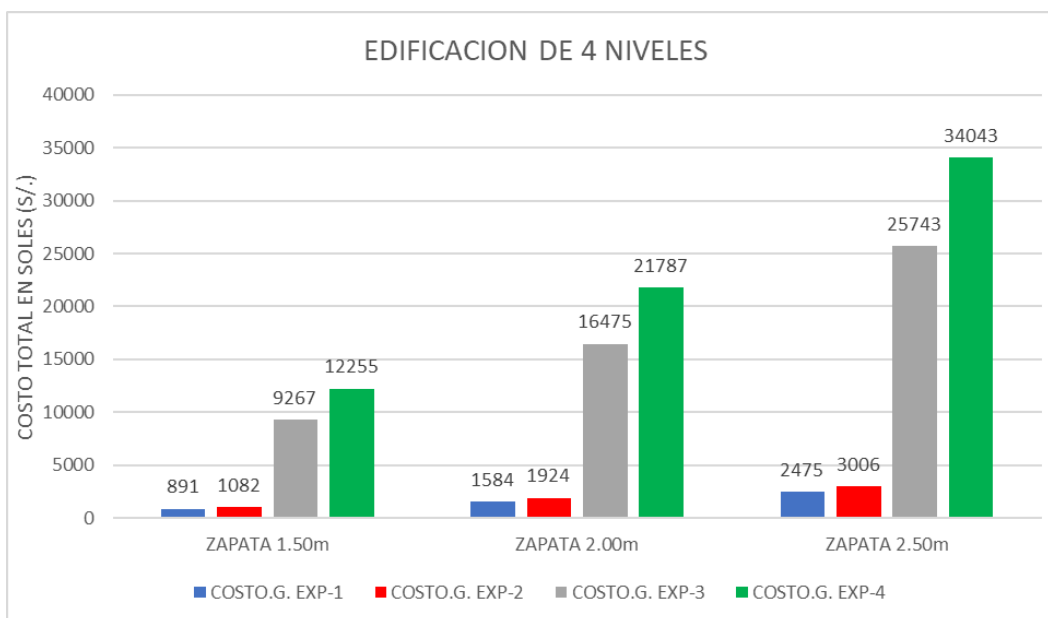
Se realizó el presupuesto del estrato de apoyo de suelo mejorado de 4 metros de profundidad en edificaciones de 4 niveles para las diferentes dimensiones de zapatas aisladas, se tiene el costo total en soles, como se manifiesta en la tabla N.º 34.

Tabla 34. Costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 4 niveles

COSTO	EDIFICACION DE 4 NIVELES		
	ZAPATA 1.50m	ZAPATA 2.00m	ZAPATA 2.50m
GRUPO. EXP-1	S/ 891.00	S/ 1,584.00	S/ 2,475.00
GRUPO. EXP-2	S/ 1,082.00	S/ 1,924.00	S/ 3,006.00
GRUPO. EXP-3	S/ 9,267.00	S/ 16,475.00	S/ 25,743.00
GRUPO. EXP-4	S/ 12,255.00	S/ 21,787.00	S/ 34,043.00

De acuerdo a lo mostrado en la tabla anterior se puede evidenciar gráficas, como se manifiesta en la figura N.º 12.

Figura 12. Variación de costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 4 niveles.



Análisis de costo para edificación de 6 niveles

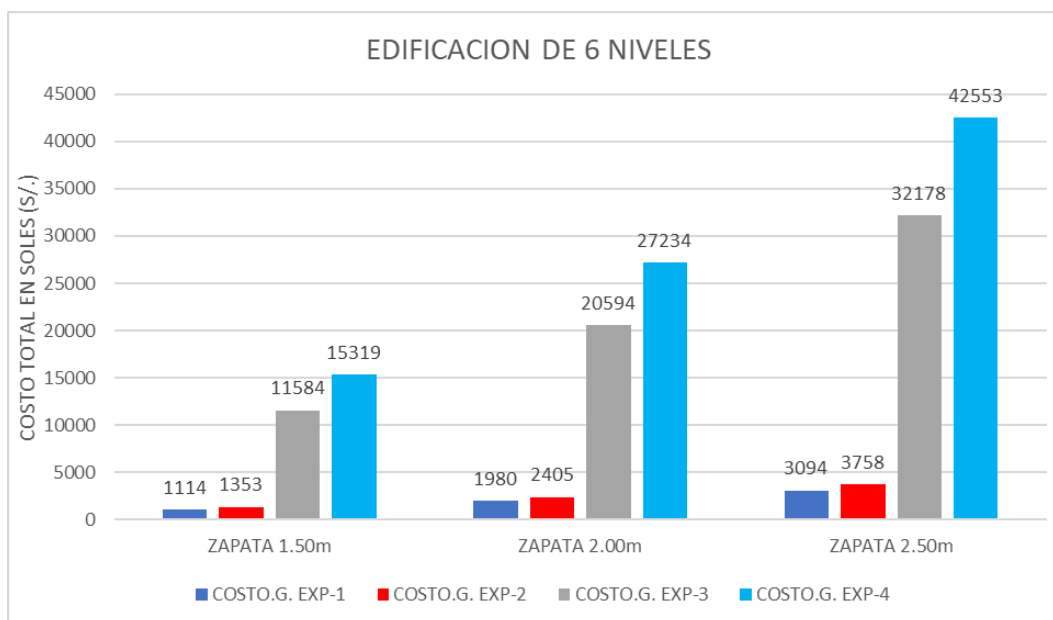
Se realizó el presupuesto del estrato de apoyo de suelo mejorado de 5 metros de profundidad en edificaciones de 6 niveles para las diferentes dimensiones de zapatas aisladas, se tiene el costo total en soles, como se manifiesta en la tabla N.º 35.

Tabla 35. Costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 6 niveles

COSTO	EDIFICACION DE 6 NIVELES		
	ZAPATA 1.50m	ZAPATA 2.00m	ZAPATA 2.50m
GRUPO. EXP-1	S/ 1,114.00	S/ 1,980.00	S/ 3,094.00
GRUPO. EXP-2	S/ 1,353.00	S/ 2,405.00	S/ 3,758.00
GRUPO. EXP-3	S/ 11,584.00	S/ 20,594.00	S/ 32,178.00
GRUPO. EXP-4	S/ 15,319.00	S/ 27,234.00	S/ 42,553.00

De acuerdo a lo mostrado en la tabla anterior se puede evidenciar gráficas, como se manifiesta en la figura N.º 13.

Figura 13. Variación de costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 6 niveles.



Análisis de costo para edificación de 8 niveles

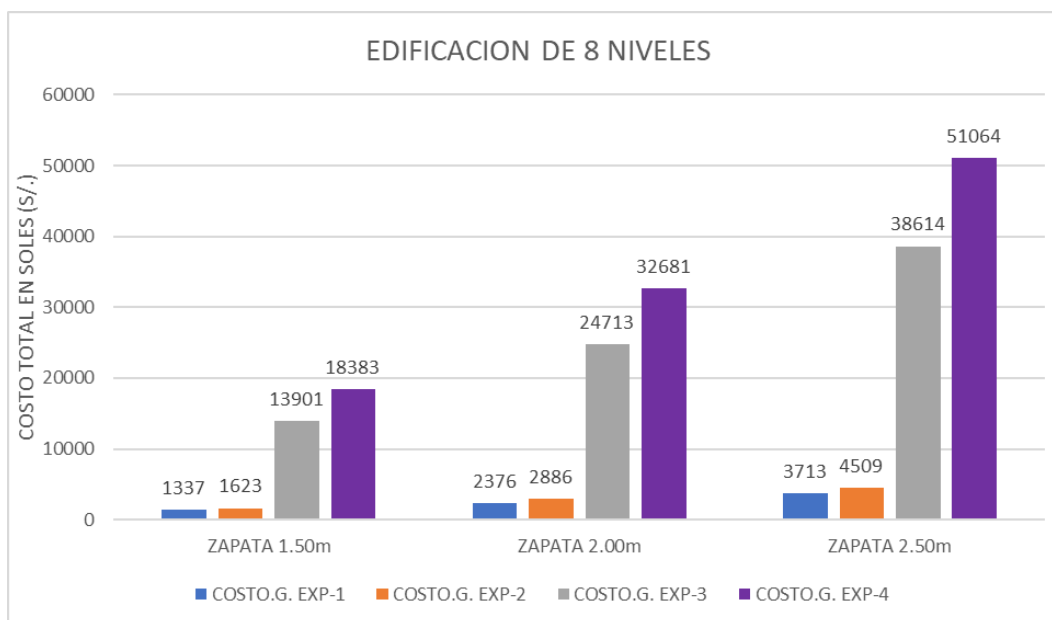
Se realizó el presupuesto del estrato de apoyo de suelo mejorado de 6 metros de profundidad en edificaciones de 8 niveles para las diferentes dimensiones de zapatas aisladas, se tiene el costo total en soles, como se manifiesta en la tabla N.º 36.

Tabla 36. Costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 8 niveles.

COSTO	EDIFICACION DE 8 NIVELES		
	ZAPATA 1.50m	ZAPATA 2.00m	ZAPATA 2.50m
GRUPO. EXP-1	S/ 1,337.00	S/ 2,376.00	S/ 3,713.00
GRUPO. EXP-2	S/ 1,623.00	S/ 2,886.00	S/ 4,509.00
GRUPO. EXP-3	S/ 13,901.00	S/ 24,713.00	S/ 38,614.00
GRUPO. EXP-4	S/ 18,383.00	S/ 32,681.00	S/ 51,064.00

De acuerdo a lo mostrado en la tabla anterior se puede evidenciar gráficas, como se manifiesta en la figura N.º 14.

Figura 14. Variación costo de mejoramiento de estrato de apoyo, edificación de 8 niveles.



Discusión

El análisis técnico y de costos realizados en esta investigación determinó que, ambas técnicas de mejoramiento de suelo, tanto el suelo-cemento como el suelo-óxido ferroso, resultaron eficaces en la reducción del asentamiento en zapatas aisladas. No obstante, los resultados indican una ventaja considerable del suelo-cemento en términos de eficiencia de costos. Según la variación de costos, la técnica de mejoramiento con suelo-cemento no solo proporciona una mayor reducción en los asentamientos, sino que también representa una alternativa más económica en comparación con el suelo-óxido ferroso. Estos resultados sugieren que el uso de cemento en la mezcla de suelo optimiza la reducción de asentamientos en lo técnico como también en lo económico en zapatas aisladas, consolidándose como la opción más favorable para proyectos de ingeniería que requieren una estabilización eficaz en suelos de alta deformabilidad.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión general

Según la investigación llevada a cabo se determinó que, el asentamiento total promedio en terreno natural para zapatas aisladas es de 43.24 cm; al aplicar las variables de mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso, los asentamientos totales promedios para zapatas aisladas se redujeron a 2.55 cm y 8.34 cm respectivamente, esto implica que el uso de cemento u óxido ferroso tiene una reducción del 94% y 81% en asentamientos para zapatas aisladas, donde se concluye que la variable mejoramiento suelo-cemento presenta la mejor alternativa para reducir asentamientos en zapatas aisladas frente a un mejoramiento suelo-óxido ferroso.

Conclusiones específicas

Se encontró que el mejoramiento suelo-cemento al 7.5% presenta una reducción del 94% de asentamientos en zapatas aisladas, frente a un mejoramiento suelo-óxido ferroso al 7.5% que presenta una reducción del 83%. Lo que significa que la adición de cemento mejora más las propiedades mecánicas del suelo.

Se encontró que el mejoramiento suelo-cemento al 10% presenta una reducción del 93% de asentamientos en zapatas aisladas frente a un mejoramiento suelo-óxido ferroso al 10% que presenta una reducción del 75%. Lo que significa que la adición de cemento tiene un gran efecto en la reducción de asentamientos de zapatas asiladas.

Según la investigación, para los estratos de apoyo mejorados de 4 metros de profundidad en edificaciones de 4 niveles aplicando las variables mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso su valorización es de S/.1,827 y S/.19,928 soles respectivamente; para los estratos de

apoyo mejorados de 5 metros de profundidad en edificaciones de 6 niveles aplicando las variables mejoramiento suelo-cemento u suelo-óxido ferroso su valorización es de S/.2,284 y S/.24,910 soles respectivamente; y para los estratos de apoyo mejorados de 6 metros de profundidad en edificaciones de 8 niveles aplicando las variables mejoramiento suelo-cemento o suelo-óxido ferroso su valorización es de S/.2,741 y S/.29,893 soles, esto significa que la variable mejoramiento suelo-cemento presenta un 90.80% menos en costos que la variable mejoramiento suelo-óxido ferroso. Se concluye que la variable mejoramiento suelo-cemento es la alternativa más económica y conveniente para asentamientos en zapatas aisladas.

Recomendaciones

Se considera utilizar la técnica de mejoramiento suelo- cemento al 7.5% y 10% como estrato de apoyo para zapatas aisladas debido a que presenta mejores resultados en lo técnico y económico en lo que concierne a asentamientos en zapatas aisladas, y que, por lo tanto, este estrato de apoyo será lo suficiente fuerte para soportar la carga proveniente de la edificación proyectada.

Si bien se consideró un porcentaje en peso de 10% como máximo de cemento u óxido ferroso en la investigación realizada, se tiene un efecto adverso en cuanto al incremento en porcentaje en peso de cemento u óxido ferroso, donde se comprobó que reducen asentamientos, pero exceden lo estipulado en cuanto a asentamientos máximos permisibles por la norma E.0.50 de suelos y cimentaciones.

Si bien la investigación se basó en asentamientos de zapatas aisladas también se sugiere realizar un análisis y poder probar el efecto del cemento y óxido ferroso en la estabilización de cimentaciones en presas de tierra.

Se espera que dicha investigación en el distrito de San Sebastián de la provincia y región de Cusco sea de mucha ayuda para próximas o posteriores investigaciones en el contexto de la mecánica de suelos en lo que concierne a cimentaciones en edificaciones.

Referencias Bibliográficas

- Abeer, F., Ahmed S., A., & Abbas J, A. (2021). Efecto del polvo de cemento sobre las propiedades de consolidación de suelos expansivos. *Conferencia de la PIO Serie: Ciencia e ingeniería de materiales*.
- Aguila, A., & Marquez, P. (2021). *Análisis de estabilización con emulsión asfáltica y con cemento portland para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la base granular del pavimento (Tesis de pregrado) Universidad Ricardo Palma, Lima Perú*.
Obtenido de Recuperado de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/4650>
- Castro, E. &. (2020). *Mecánica de suelos aplicada a la cimentación*. Editorial Técnica de Ingeniería.
- Chauca Reyes, W. (2021). *Estudio comparativo de la influencia de aditivos químicos y rellenos en la efectividad de la estabilización de suelos orgánicos con cemento*. Lima.
- Conde Mejía, G. R. (2022). *Evaluación del mejoramiento de suelo residual blando con columnas de suelo - cemento - RCD para viabilizar el uso de cimentaciones superficiales*. Iguazú.
- Das, B. (2017). *Principios de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning.
- Díaz Bravo, J. (2021). *Conceptualización de la metodología para el uso del relleno fluido suelo-cemento en el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante en edificaciones 2020*. Huánuco.

- Doe, J. y. (2020). Propiedades químicas y físicas de los pigmentos ocre: Implicaciones para su uso en aplicaciones modernas. *Química y Física de Materiales* (244), 122-130.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.122130>
- Fernandez, R. &. (2017). *Fundamentos de geotecnia e ingeniería de suelos* . Editorial Tecnica Superior.
- Ganasan , R., Lim, A., & Wijeyesekera, D. (27-29 Octubre 2015). Uso de esteras celulares livianas para reducir el asentamiento de estructuras en suelos blandos. *Conferencia internacional de suelos blandos*. Batu Pahat Johor: ECS.
- Garcia, P. (2017). *Cimentaciones y su analisis estructural* . Prensa de Ingenerial Civil.
- Gonzales, J. M. (2018). *Diseño y analisis de cimentaciones*. Editorial Alfa.
- Horpibulsuk, S., Rachan, R., Chinkulkijniwat, A., & Suddeepong, A. (2010). Analysis of strength development in cement-stabilized silty clay from microstructural considerations. *. Construction and Building Materials*.
- Islam , S., Islam, J., & Robiul Hoque, N. (2022). Mejora de las propiedades de consolidación de suelos arcillosos mediante residuos de construcción y demolición de grano fino. *Heliyon*, 1-16.
- Juarez, B., & Rico, R. (1992). *Mecánica de suelos. Fundamentos de la mecánica de suelos* . México: Limusa.
- Kusumastuti, D., & Sepriyanna, I. (2019). Estabilizacion de suelos blandos con ceniza de cascara de arroz y polvo de vidrio según características físicas. *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniera de materiales* (págs. 1-7). Yakarta Barat, Indonesia : ECS.

- Martinez, A. &. (2021). *Diseño estructural de cimentaciones y su aplicacion practica*. Editorial Tecnica Avanzada .
- McCarthy, D. (2014). *Essentials of soil Mechanics and Foundations: Basic Geotechnics*. Harlow: Pearson New International Edition.
- Mendivil, S., & Dávila, D. (1994). *Geologia de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca*. Lima, Perú: Allamanda.
- Morales, L. (2015). *Diseño y analissi de cimentaciones*. Editorial Tecnica.
- Ortigao, J. (1995). *Soil Mechanics in the Light of Critical state Theories*. Brookfield : CRC Press.
- Palli, E. (2015). *Guia basica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Roman*. Puno.
- Pastor, C. (2013). Evaluación de canteras para realizar la construcción de trocha carrozable a nivel de afirmado Campo alegre - peña blanca, distrito de Namora provinia de Cajamarca. Cajamarca.
- Peck, H. (2004). *Ingeniería de cimentaciones*. Mexico: Limusa Noriega.
- Petry, T., & Little , D. (2022). *Review of stabilization of clays and expansive soils in paviments and lightly loaded structures history. Practice and future. Journal of ,aterials in civil Engineering*.
- Portland Cement Association. (1992). *Soil Cement Laboratory Handbook*. Illinois: PCA.
- Ramirez, P. A. (2019). *Fundamentos de Cimentaciones*. Editorial Tecnica.
- Rodriguez, A. (2018). *Geotecnia Aplicada a la Ingeneria Civil*. Editorial Tecnicas Avanzadas.

- Singh, A. (2013). *Soil sstabilization using lime. International Joournal of Innovative research in Science, Engineering and Technology.*
- Sukirman, N. (2023). Mejora del suelo de turba troopical utilizando una mezcla de óxido de hierro y cemento. *Conferencia de la PIO Ser.: Medio Ambiente Tierra. Ciencia.*
- Terzaghi, K. P. (s.f.). *Mecanica de suelos en la practica de ingenria . (3,ed).* Wiley.
- Velásquez. (2018). *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina. (Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-*. Obtenido de Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2534>
- Villarroel Ortega, J., & Correia, A. (2022). *Influencia de parámetros claves de cargas cíclicas sobre el comportamiento de un suelo estabilizado químicamente no reforzado y reforzado con fibras.*
- West, J. (2018). Ocre: Un pigmento natural en el arte y la industria. (95(4)), 580-585. *Revista de Educacion Qumica.* doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00727>

ANEXOS

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos
<p>Problema general ¿Cuál es la mejor alternativa de mejoramiento de suelos entre cemento u óxido ferroso para reducir asentamientos de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?</p>	<p>Objetivo general Determinar la mejor alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido ferroso para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>Hipótesis general El mejoramiento de suelo con cemento presenta la mejor alternativa técnica frente a un mejoramiento de suelo con óxido ferroso para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>mejoramiento con cemento</p>	<p>Asentamientos</p>	<p>ΔH</p>	<p>Hoja de calculo Excel</p>
<p>Problema específico 1 a) ¿Cómo el porcentaje de 7,5% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?</p>	<p>Objetivo específico 1 a) Determinar como el porcentaje del 7.5% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>Hipótesis específica 1 a) El mejoramiento con el porcentaje de 7.5% entre cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>mejoramiento con cemento</p>	<p>Asentamientos</p>	<p>ΔH</p>	<p>Hoja de calculo Excel</p>

<p>Problema específico 2</p> <p>b) ¿Cómo el porcentaje de 10% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?</p>	<p>Objetivo específico 2</p> <p>b) Determinar como el porcentaje del 10% de cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>Hipótesis específica 2</p> <p>b) El mejoramiento con el porcentaje de 10% entre cemento u óxido ferroso reduce el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>mejoramiento con cemento</p>	<p>Asentamientos</p>	<p>ΔH</p>	<p>Hoja de calculo Excel</p>
<p>Problema específico 3</p> <p>c) ¿Cuál es la alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido más económica de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas ferroso, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?</p>	<p>Objetivo específico 3</p> <p>c) Determinar la alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido ferroso más económica de estrato de apoyo para zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de san Sebastián y provincia de cusco 2023.</p>	<p>Hipótesis específica 3</p> <p>c) El mejoramiento de suelo con cemento frente al mejoramiento de suelo con óxido ferroso tiene un menor costo de ejecución de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>mejoramiento con cemento</p>	<p>costo</p>	<p>soles</p>	<p>Software y hoja de cálculo Excel</p>
<p>Problema específico 3</p> <p>c) ¿Cuál es la alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido más económica de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas ferroso, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023?</p>	<p>Objetivo específico 3</p> <p>c) Determinar la alternativa de mejoramiento de suelo entre cemento u óxido ferroso más económica de estrato de apoyo para zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de san Sebastián y provincia de cusco 2023.</p>	<p>Hipótesis específica 3</p> <p>c) El mejoramiento de suelo con cemento frente al mejoramiento de suelo con óxido ferroso tiene un menor costo de ejecución de estrato de apoyo para reducir el asentamiento de zapatas aisladas, en la Asc. Francisco Palao distrito de San Sebastián y provincia de Cusco 2023.</p>	<p>mejoramiento con óxido ferroso</p>	<p>costo</p>	<p>soles</p>	<p>Software y hoja de cálculo Excel</p>



**ENSAYO DE HUMEDAD
ASTM D2216-MTC E 108**



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DESTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO

MUESTRA: M-02

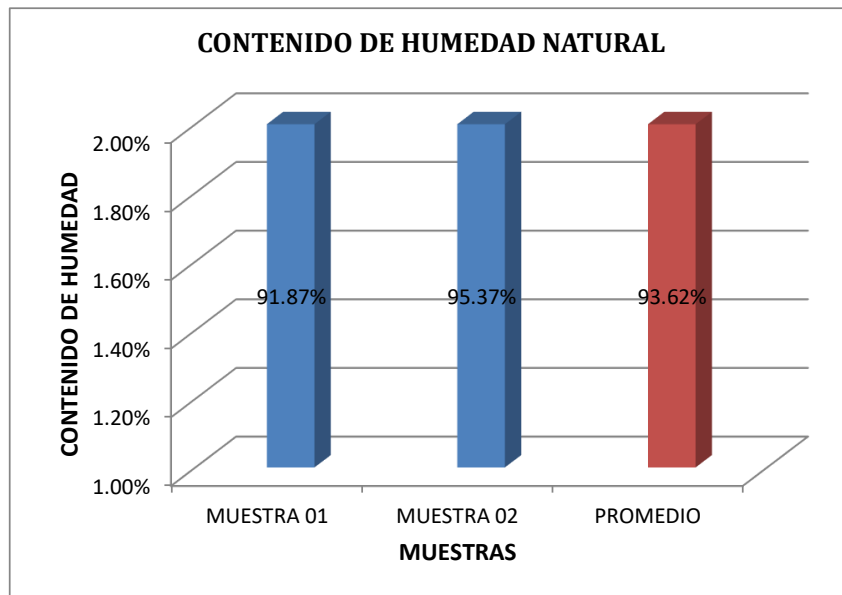
PROFUNDIDAD: 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA-01

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCION	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	52.79	57.26
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	97.15	77.93
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	75.91	67.84
Peso del Agua (gr)	21.24	10.09
Peso de la Muestra Seca (gr)	23.12	10.58
Contenido de Humedad	91.87%	95.37%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 93.62%



ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318 - MTC E 110 y MTC E 111

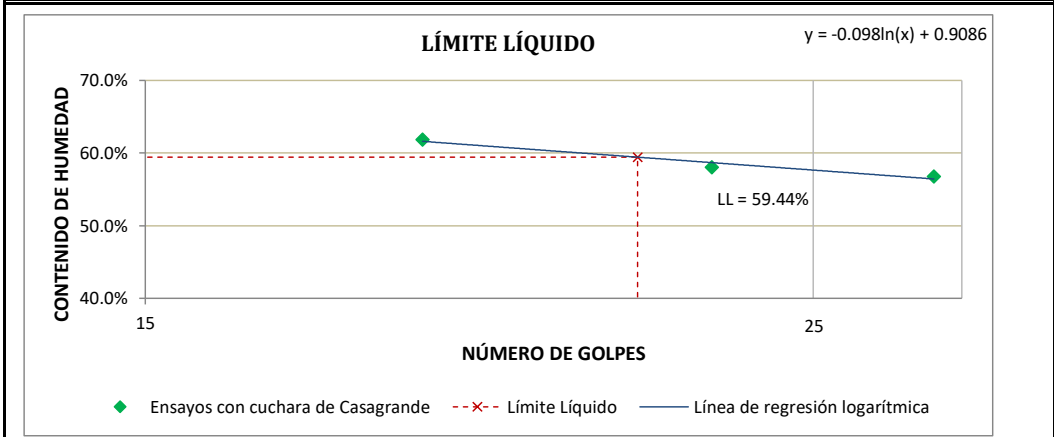


TESIS:MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DESTRICTO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA
UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO
MUESTRA:M-02
PROFUNDIDAD:2.00m
UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA-01

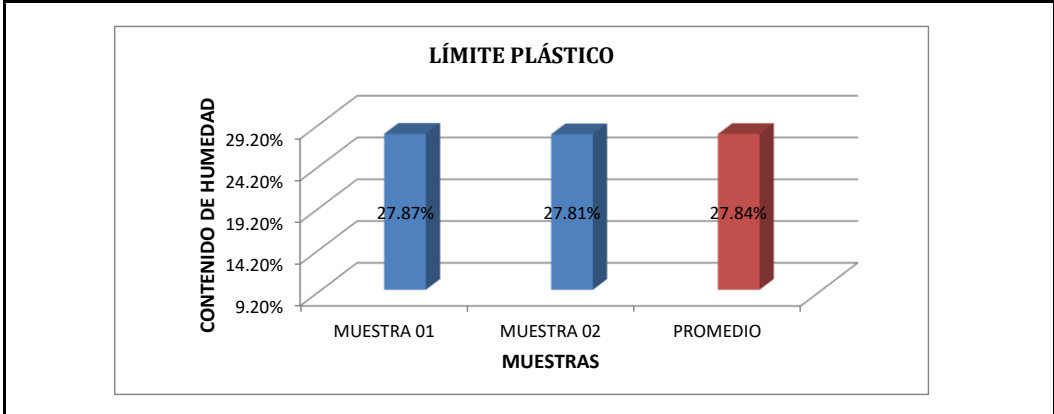
LÍMITE LÍQUIDO
 MTC E 110, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Golpes	34	27	20
Peso de Capsula (gr)	19.52	19.45	21.17
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	39.40	39.24	41.13
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	32.20	31.97	33.50
Peso del Agua (gr)	7.20	7.27	7.63
Peso de la Muestra Seca (gr)	12.68	12.52	12.33
Contenido de Humedad	56.78%	58.07%	61.88%



LÍMITE PLÁSTICO
 MTC E 111, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	12.69	13.63
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	16.59	17.49
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	15.74	16.65
Peso del Agua (gr)	0.85	0.84
Peso de la Muestra Seca (gr)	3.05	3.02
Contenido de Humedad	27.87%	27.81%



LÍMITE LÍQUIDO = 59.44%
LÍMITE PLÁSTICO = 27.84%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 31.59%



**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422 -MTC E 107**



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DESTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO

MUESTRA: M-02

PROFUNDIDAD: 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA-01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

MATERIAL NO LAVADO
Peso total de la muestra = 290.95 gr
Peso de la fracción no lavada = 0.00 gr
Peso de la fracción para lavado = 290.95 gr

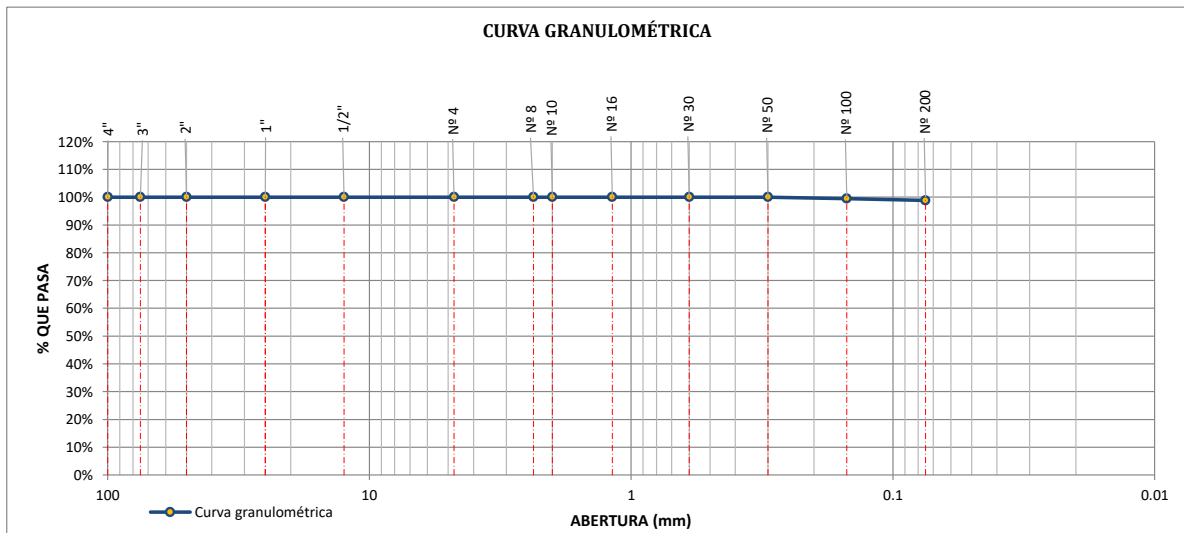
FRACCIÓN DE MATERIAL LAVADO
Peso de la fracción antes del lavado = 290.95 gr
Peso de la fracción después de lavar = 27.16 gr
% de la fracción lavada = 100.00%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO EN FRACCIÓN LAVADA	CORRECCIÓN EN FRACCIÓN LAVADA	% RETENIDO CORREGIDO EN FRACCIÓN LAVADA	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.5	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 4	4.75	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 8	2.36	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 10	2	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 16	1.180	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 30	0.600	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 50	0.300	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 100	0.150	1.40	5.15%	0.00%	5.15%	0.48%	0.48%	99.52%
Nº 200	0.075	1.96	7.22%	0.00%	7.22%	0.67%	1.15%	98.85%
Cazuela	-	23.80	87.63%	0.00%	87.63%	8.18%	9.33%	-
Lavado	-	263.79	-	-	-	90.67%	100.00%	-

Fracción Retenida en Lavado	27.16	100.00%	0.00%	100.00%	9.33%
Total	290.95	%Error = 0% Ok!		-	100.00%

Fracción Gruesa
% de grava = 0.00%
% de arena = 100.00%
Total = 100.00%

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 0.00%
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 1.15%
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 98.85%
Total: 100.00%





ENSAYO DE PESO UNITARIO (PARAFINA)
ASTM D 4531



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

MUESTRA M - 02

PROF. 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA - 01

TOMA DE DATOS

ITEM	DATOS	ENSAYOS
1	CONTENIDO DE HUMEDAD ($W\%$)	93.62 %
2	PESO DEL SUELO HUMEDO (W_s)	85.02 gr
3	PESO DEL SUELO + PARAFINA AL AIRE (W_s+W_p)	93.01 gr
4	DENSIDAD DE LA PARAFINA (ρ)	0.87 gr/cm ³
5	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA + PARAFINA	19.84 gr
6	VOLÚMEN DE LA MUESTRA + PARAFINA	73.17 ml
7	PESO DE LA PARAFINA	7.99 gr
8	VOLÚMEN DE LA PARAFINA	9.18 cm ³
9	VOLÚMEN DE LA MUESTRA POR DESPLAZAMIENTO	63.99 cm ³
10	PESO UNITARIO HÚMEDO (γ_s)	1.329 gr/cm ³
11	PESO UNITARIO SECO (γ_{seco})	0.686 gr/cm ³



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO AASHTO M-145



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DESTRICTO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO

MUESTRA: M-02

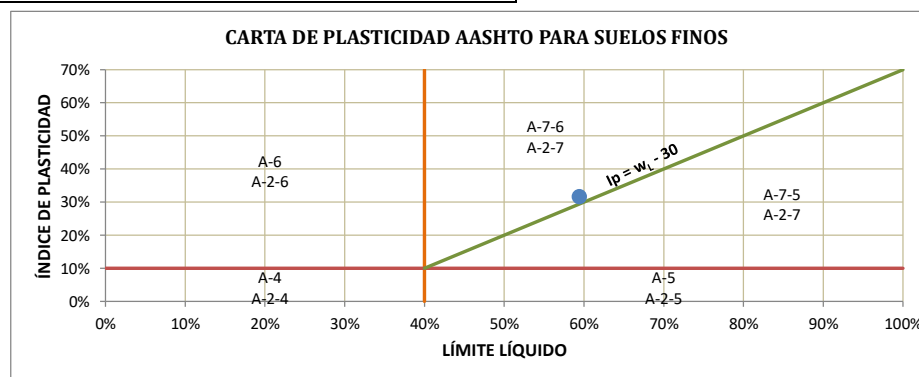
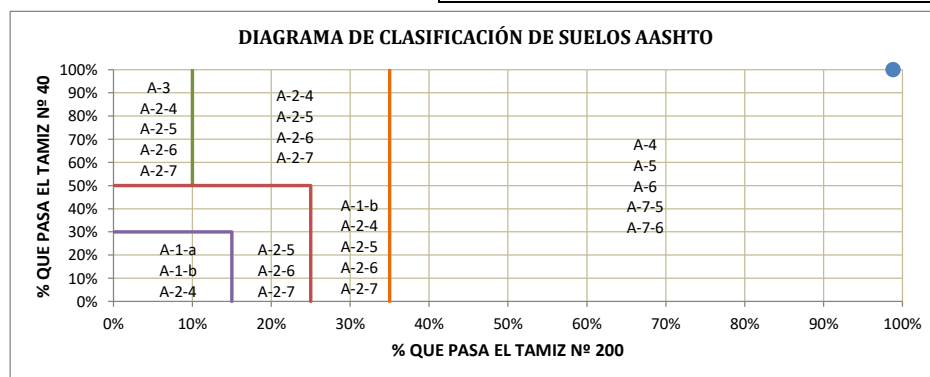
PROFUNDIDAD: 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA-01

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz N° 10 = 100.00%	LL = 59.44%	Tipo = Inorgánico
% que pasa el tamiz N° 40 = 100.00%	LP = 27.84%	
% que pasa el tamiz N° 200 = 98.85%	IP = 31.59%	



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO	
F = 98.85	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz N° 200
w _L = 59.44	w _L = Límite líquido
Ip = 31.59	Ip = Índice de plasticidad

a = F - 35	a = 63.85	a = 40.00
b = F - 15	b = 83.85	b = 40.00
c = w _L - 40	c = 19.44	c = 19.44
d = Ip - 10	d = 21.59	d = 20.00

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

$$IG = 20$$

A-7-6 (20) = Las arcillas y limos más plásticos



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DESTRICTO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN-CUSCO-CUSCO

MUESTRA: M-02

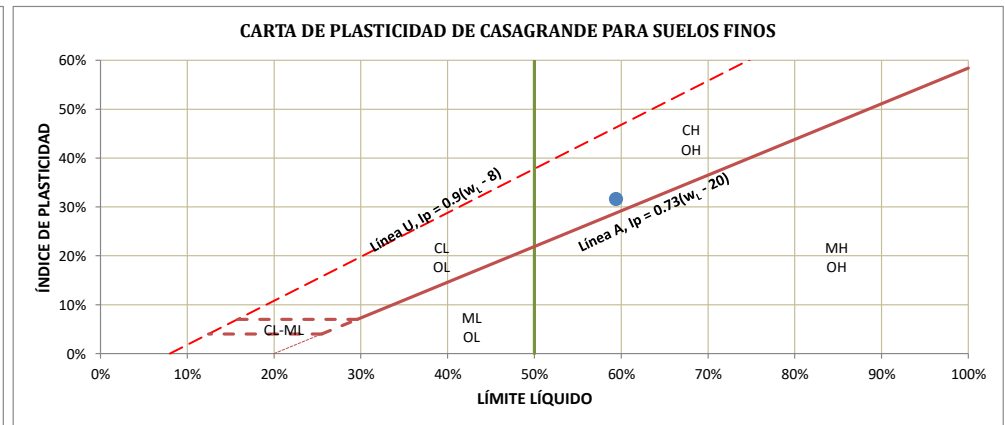
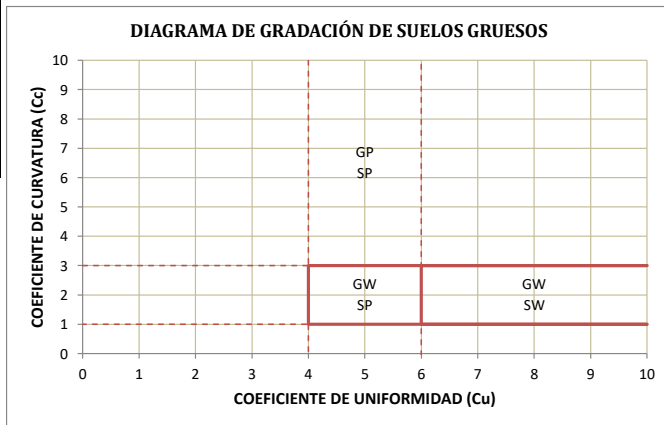
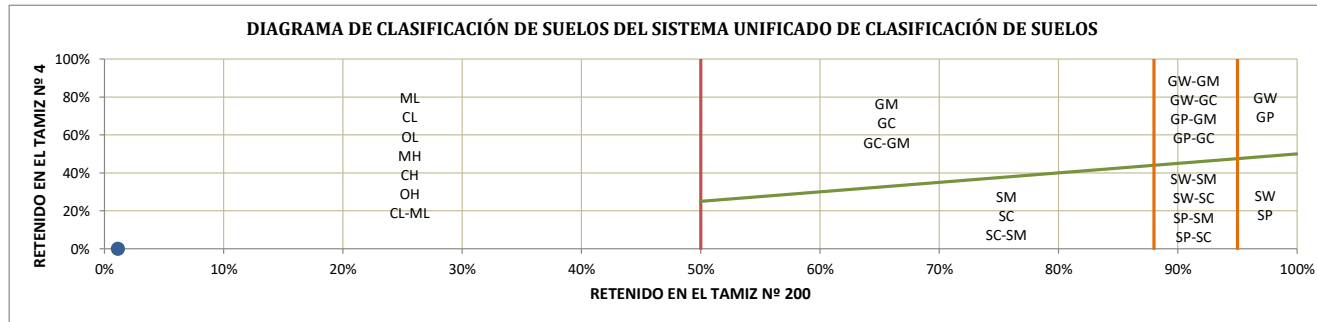
PROFUNDIDAD: 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA-01

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gruesos =	1.15%
% de Finos =	98.85%
Total =	100.00%
% de Grava =	0.00%
% de Arena =	1.15%
Total =	1.15%
Fracción Gruesa	
% de Grava =	0.00%
% de Arena =	100.00%
Total =	100.00%
Coeficientes	
Cu =	-
Cc =	-
De Límites de Consistencia	
LL =	59.44%
LP =	27.84%
IP =	31.59%
Otros Datos	
Tipo =	Inorgánico



CH = Arcilla densa de alta plasticidad



DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS - PERFIL ESTRATIGRAFICO ASTM D 2488



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

MUESTRA M - 02

PROF.(m) 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA:

CALICATA - 01

Perfil Estratigrafico

Prof. (m)	Muestra		Simbología	Características Físicas de la Muestra	Clasificación		Plasticidad		
	Estrato	Espesor (m)			SUCS	AASHTO	L.L.	L.P	IP
0.1	E - 01	2.00		Limo arenoso de baja plasticidad color marron	ML	A-4 (9)	NP	NP	NT
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									
1.0									
1.1	E - 02	1.00		Arcilla densa de alta plasticidad, suelo de color marron negrusco	CH	A-7-6 (20)	59	28	31
1.2									
1.3									
1.4									
1.5									
1.6									
1.7									
1.8									
1.9									
2.0									
2.1									
2.2									
2.3									
2.4									
2.5									
2.6									
2.7									
2.8									
2.9									
3.0									



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

MUESTRA M - 02

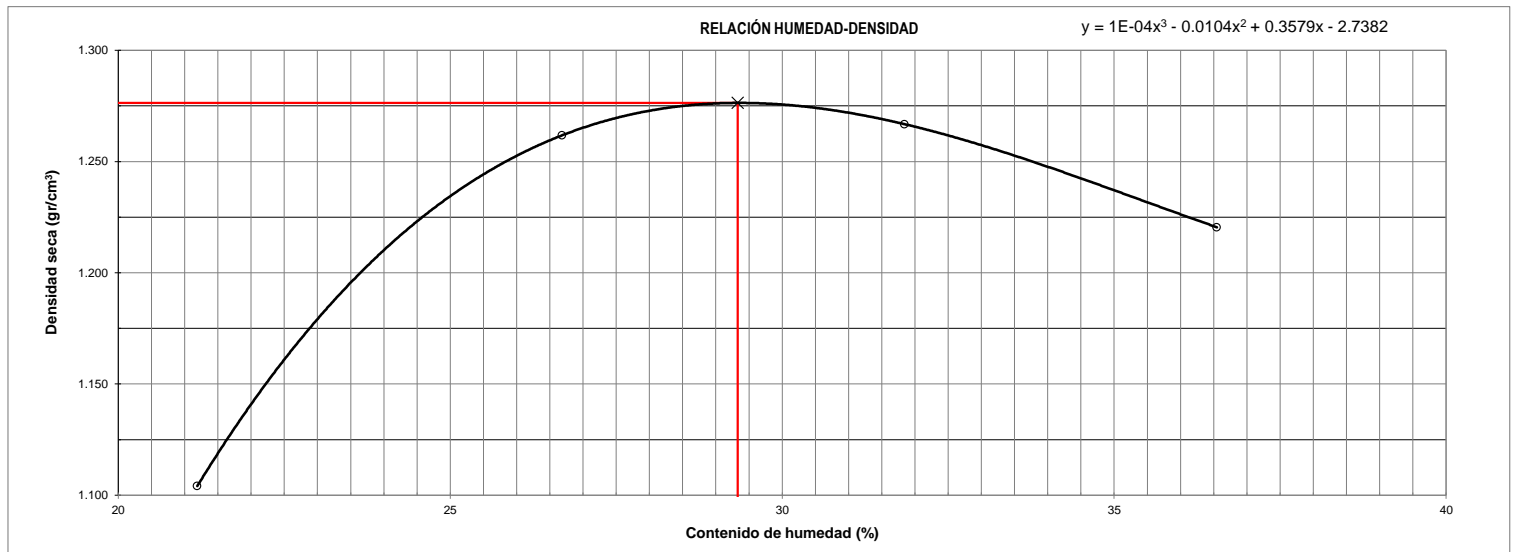
PROF. 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA - 01

PROCTOR ESTANDAR

ITEM	DATOS	ENSAYOS			
		1	2	3	4
1	Peso del Suelo + Molde(gr)	5268.50	5515.50	5583.50	5580.00
2	Peso del Molde(gr)	3999.50	3999.50	3999.50	3999.50
3	Peso del Suelo Humedo Compactado(gr)	1269.00	1516.00	1584.00	1580.50
4	Volumen del Molde(cm ³)	948.39	948.39	948.39	948.39
5	Peso Volumetrico Humedo	1.34	1.60	1.67	1.67
6	Peso del Suelo Humedo + Tara	58.74	68.89	77.36	63.92
7	Peso del Suelo Seco + Tara	52.47	59.55	64.31	53.31
8	Peso de Tara(gr)	22.88	24.55	23.33	24.28
9	Peso de Agua(gr)	6.27	9.34	13.05	10.61
10	Peso del Suelo Seco(gr)	29.59	35.00	40.98	29.03
11	Contenido de Agua(%)	21.19	26.69	31.84	36.55
12	Peso Volumetrico Seco	1.10	1.26	1.27	1.22

Densidad Maxima	Humedad Optima
1.276 gr/cm ³	29.330 %





TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

MUESTRA M - 02

PROFUNDIDAD. 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA: CALICATA-01

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	15.9 KPa	31.8 KPa	50.9 KPa
Lado (cm)	5.00	5.00	5.00
Área (cm ²)	19.63	19.63	19.63
Altura Inicial (cm)	2.00	2.00	2.00
Altura Final (cm)	1.96	1.95	1.93
Volumen Inicial (cm ³)	39.27	39.27	39.27
Volumen Final (cm ³)	38.46	38.20	37.94
Relación Diámetro / Altura	2.50	2.50	2.50
Condición de la Estructura del Suelo	INTACTO		
Peso Húmedo Inicial (g)	51.32	55.77	53.24
Peso Húmedo Final (g)	49.65	51.87	49.19
Peso Seco (g)	26.51	28.80	27.50
Humedad Inicial (%)	93.62	93.62	93.62
Humedad Final (%)	87.32	80.08	78.89
Densidad Húmeda Inicial (g/cm ³)	1.307	1.420	1.356
Densidad Húmeda Final (g/cm ³)	1.291	1.358	1.296
Densidad Seca Inicial (g/cm ³)	0.675	0.733	0.700
Densidad Seca Final (g/cm ³)	0.689	0.754	0.725



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

MUESTRA M - 02

PROFUNDIDAD 2.00m

UBICACIÓN DE LA MUESTRA:		CALICATA-01					
ESFUERZO NORMAL		15.9 KPa		31.8 KPa		50.9 KPa	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapa							
Altura (cm)		2.00	1.96	2.00	1.95	2.00	1.93
Volumen (cm ³)		39.27	38.46	39.27	38.20	39.27	37.94
Humedad (%)		93.62	87.32	93.62	80.08	93.62	78.89
Densidad Seca (g/cm ³)		0.675	0.689	0.733	0.754	0.700	0.725
Esfuerzo Cortante		0.016 Kg/cm ²		0.024 Kg/cm ²		0.034 Kg/cm ²	

Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL 15.9KPa				ESFUERZO NORMAL 31.8KPa				ESFUERZO NORMAL 50.9KPa			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Fuerza (kgf)	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Fuerza (kgf)	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Fuerza (kgf)	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
0.25	-0.244	0.85	0.09	0.004	-0.384	1.05	0.11	0.01	-0.474	1.64	0.17	0.01
0.50	-0.248	1.18	0.12	0.006	-0.391	1.52	0.15	0.01	-0.483	2.31	0.24	0.01
0.75	-0.253	1.42	0.14	0.007	-0.404	1.78	0.18	0.01	-0.500	2.57	0.26	0.01
1.00	-0.257	1.55	0.16	0.008	-0.411	2.07	0.21	0.01	-0.508	2.93	0.30	0.02
1.25	-0.262	1.71	0.17	0.009	-0.418	2.26	0.23	0.01	-0.517	3.21	0.33	0.02
1.50	-0.266	1.87	0.19	0.010	-0.425	2.48	0.25	0.01	-0.525	3.47	0.35	0.02
1.75	-0.270	1.98	0.20	0.010	-0.425	2.66	0.27	0.01	-0.525	3.70	0.38	0.02
2.00	-0.275	2.07	0.21	0.011	-0.432	2.81	0.29	0.01	-0.534	3.99	0.41	0.02
2.25	-0.279	2.16	0.22	0.011	-0.434	2.97	0.30	0.02	-0.536	4.17	0.43	0.02
2.50	-0.283	2.21	0.23	0.011	-0.437	3.03	0.31	0.02	-0.541	4.34	0.44	0.02
2.75	-0.288	2.28	0.23	0.012	-0.441	3.19	0.33	0.02	-0.545	4.55	0.46	0.02
3.00	-0.292	2.34	0.24	0.012	-0.444	3.30	0.34	0.02	-0.549	4.72	0.48	0.02
3.25	-0.296	2.38	0.24	0.012	-0.448	3.39	0.35	0.02	-0.554	4.85	0.49	0.03
3.50	-0.301	2.45	0.25	0.013	-0.452	3.48	0.35	0.02	-0.559	4.98	0.51	0.03
3.75	-0.305	2.50	0.25	0.013	-0.456	3.59	0.37	0.02	-0.563	5.13	0.52	0.03
4.00	-0.309	2.54	0.26	0.013	-0.459	3.65	0.37	0.02	-0.568	5.26	0.54	0.03
4.25	-0.314	2.57	0.26	0.013	-0.463	3.77	0.38	0.02	-0.572	5.39	0.55	0.03
4.50	-0.318	2.62	0.27	0.014	-0.466	3.89	0.40	0.02	-0.576	5.51	0.56	0.03
4.75	-0.323	2.67	0.27	0.014	-0.470	3.94	0.40	0.02	-0.581	5.59	0.57	0.03
5.00	-0.327	2.65	0.27	0.014	-0.474	4.00	0.41	0.02	-0.585	5.70	0.58	0.03
5.25	-0.331	2.67	0.27	0.014	-0.477	4.06	0.41	0.02	-0.590	5.75	0.59	0.03
5.50	-0.336	2.68	0.27	0.014	-0.481	4.13	0.42	0.02	-0.594	5.85	0.60	0.03
5.75	-0.340	2.70	0.28	0.014	-0.484	4.23	0.43	0.02	-0.599	5.97	0.61	0.03
6.00	-0.344	2.70	0.28	0.014	-0.488	4.29	0.44	0.02	-0.603	6.01	0.61	0.03
6.25	-0.349	2.72	0.28	0.014	-0.492	4.41	0.45	0.02	-0.608	6.10	0.62	0.03
6.50	-0.353	2.77	0.28	0.014	-0.495	4.46	0.45	0.02	-0.612	6.07	0.62	0.03
6.75	-0.357	2.76	0.28	0.014	-0.499	4.50	0.46	0.02	-0.617	6.20	0.63	0.03
7.00	-0.362	2.76	0.28	0.014	-0.503	4.57	0.47	0.02	-0.621	6.22	0.63	0.03
7.25	-0.366	2.81	0.29	0.015	-0.506	4.58	0.47	0.02	-0.626	6.27	0.64	0.03
7.50	-0.370	2.81	0.29	0.015	-0.510	4.61	0.47	0.02	-0.630	6.29	0.64	0.03
7.75	-0.375	2.85	0.29	0.015	-0.513	4.60	0.47	0.02	-0.635	6.33	0.65	0.03
8.00	-0.379	2.86	0.29	0.015	-0.517	4.59	0.47	0.02	-0.639	6.41	0.65	0.03
8.25	-0.384	2.87	0.29	0.015	-0.521	4.60	0.47	0.02	-0.644	6.42	0.65	0.03
8.50	-0.388	2.91	0.30	0.015	-0.524	4.60	0.47	0.02	-0.648	6.47	0.66	0.03
8.75	-0.392	2.93	0.30	0.015	-0.528	4.63	0.47	0.02	-0.653	6.49	0.66	0.03
9.00	-0.397	2.97	0.30	0.015	-0.532	4.63	0.47	0.02	-0.657	6.50	0.66	0.03
9.25	-0.401	3.00	0.31	0.016	-0.535	4.64	0.47	0.02	-0.662	6.49	0.66	0.03
9.50	-0.405	3.03	0.31	0.016	-0.539	4.68	0.48	0.02	-0.666	6.51	0.66	0.03
9.75	-0.410	3.04	0.31	0.016	-0.542	4.64	0.47	0.02	-0.670	6.55	0.67	0.03
10.00	-0.414	3.08	0.31	0.016	-0.546	4.65	0.47	0.02	-0.675	6.60	0.67	0.03



TESIS: MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U ÓXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

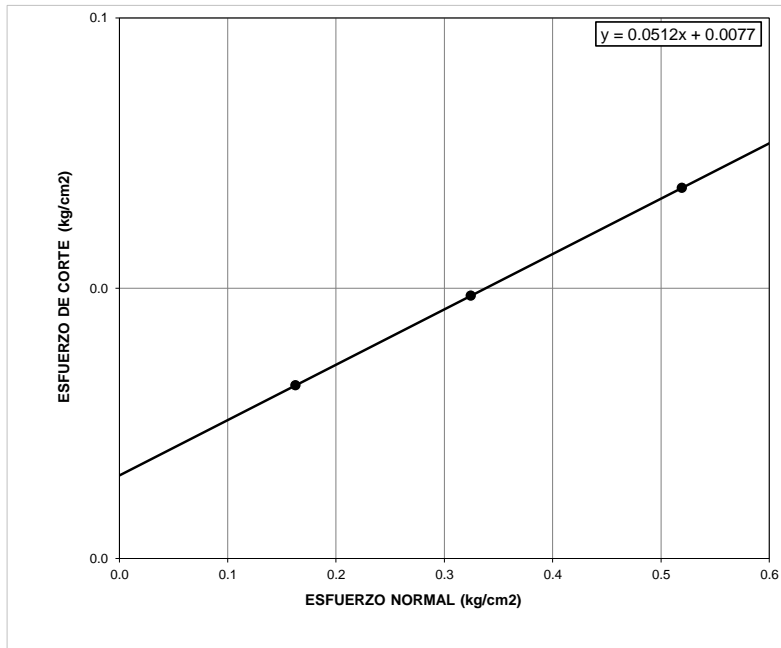
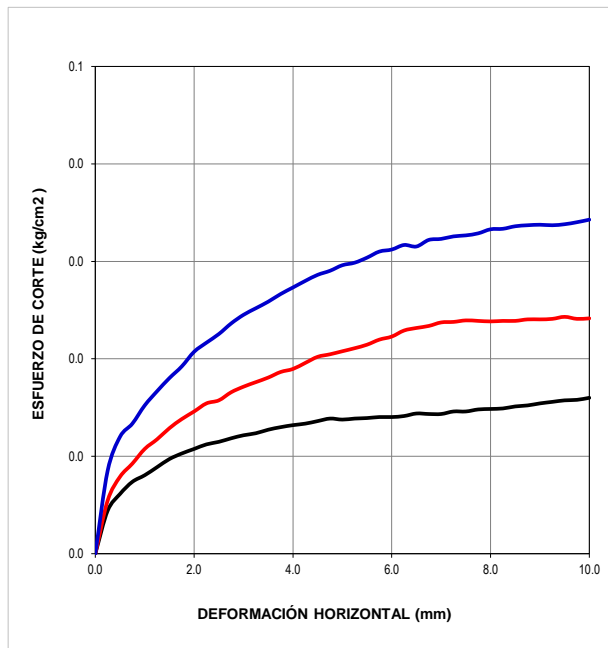
TESISTA: YERSON TERRAZAS HERRERA

UBICACIÓN: ASC FRANCISCO PALAO SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

MUESTRA M - 02

PROFUNDIDAD 2.00m

TIPO DE MUESTRA INALTERADA



RESULTADOS DE ENSAYO

COHESIÓN	0.008 Kg/cm ²	ÁNGULO DE FRICCIÓN (ϕ)	2.93°
----------	--------------------------	-------------------------------	-------



ESFUERZO ADMISIBLE EN UNA ZAPATA AISLADA (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC. FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023"
Lugar : ASC. FRANCISCO PALAO
Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
Calicata : C - 01
Muestra : M - 1/E - 2

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	2.9	grados
Cohesión (c)	0.0076	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	Local	
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	2.0	grados
(ϕ_r)	2.0	grados
Cohesión corregida (c_c)	0.0051	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.39	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	0.33	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	m
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	m (0.0 si es indeterminado)
Posición del Nivel Freático (N.F.)	1.2	m (si presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
N (ϕ)	1.1	
Factor de Seguridad (F.S. Se Estima 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Nc = 5.620
 Nq = 1.192
 Ny = 0.010

C.- FACTORES DE FORMA

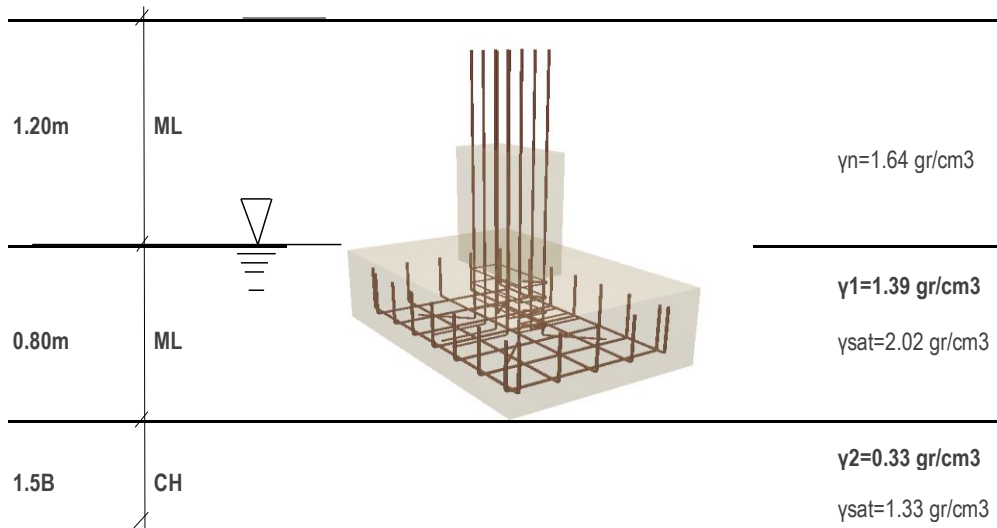
Sc = 1.214
 Sq = 1.107
 Sy = 1.107

C.- FACTORES DE PROFUNDIDAD

dc = 1.166
 dq = 1.083
 dy = 1.083

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$i_c = 1.000$
 $i_q = 1.000$
 $i_g = 1.000$



F.- ESFUERZO ADMISIBLE

TEORIA DE MEYERHOF

$$q_{cu} = c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + \gamma_1 * Df * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + 0.5 * B * \gamma_2 * N_y * F_{ys} * F_{yd} * F_{yi}$$

DESPLANTE	ANCHO	q_d	q_{adm}	P
Df (m)	B (m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(Tn)
2.00	2.5	0.44	0.15	9.1



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



Tesis : MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023

Ubicación : ASC. FRANCISCO PALAO

Dist/Prov. : SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA

Sondeo : C-01

Clasificación sucs. CH/Arcilla de alta plasticidad

Muestra : SUELO EN ESTADO NATURAL(INALTERADO)

Profundidad 2.00m.

DATOS DE LA CÁMARA Y ANILLO

Factor de Carga = 12.00
Peso del Anillo (gr) = 43.02

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro = 61.127 mm
Altura = 20 mm
Área = 2934.65 mm²
Volumen = 58692.96 mm³

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Antes del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	116.00
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	72.98
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	19.13
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	19130.00
Contenido de Humedad(%)	35.52%
Lectura Inicial del Deformímetro (mm)	0.00
Altura de la Muestra (mm)	20.00
Altura de Sólidos (mm)	9.09
Gravedad Específica del Suelo (gr/cm ³)	2.02
Altura de Vacíos (mm)	10.91
Relación de Vacíos	1.20
Grado de Saturación	59.77%

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Despues del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	99.84
Peso de la Muestra Seca + Anillo (gr)	96.87
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	56.82
Peso de la Muestra Seca (gr)	53.85
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	2.97
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	2970.00
Contenido de Humedad (%)	5.52%
Lectura Final del Deformímetro (mm)	9.89
Altura de la Muestra (mm)	10.11
Altura de Vacíos (mm)	1.01
Relación de Vacíos	0.11
Grado de Saturación	100.00%

CARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t)	Lectura del deformímetro 0.01 (mm)					
	0.32 kg	0.64 kg	1.27 kg	2.55 kg	5.10 kg	10.19 kg
Minutos	0.00	138.50	312.90	471.64	637.92	813.58
0.10	12.00	153.00	326.00	485.31	652.38	828.67
0.25	16.50	157.00	330.00	490.26	657.17	833.78
0.50	22.50	162.00	334.50	494.38	661.59	838.54
1.00	24.00	164.00	336.00	495.74	663.41	840.27
2.00	33.00	173.00	342.50	501.29	669.24	846.19
4.00	46.00	185.50	351.20	508.93	676.62	853.44
8.00	61.50	203.50	362.50	522.68	691.85	870.34
15.00	78.00	223.00	375.50	537.45	708.64	887.62
30.00	94.50	245.10	398.94	561.49	734.12	913.21
60.00	108.50	266.20	421.34	584.67	758.69	937.59
120.00	117.50	281.50	439.13	603.57	778.06	956.81
240.00	124.50	296.50	455.84	620.72	796.12	974.73
480.00	130.09	305.10	464.17	629.68	805.94	982.14
1440.00	138.50	312.90	471.64	637.92	813.58	989.35



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



DESCARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t) Minutos	Lectura del deformimetro					
	5.10 kg	2.55 kg	1.27 kg	0.64 kg	0.32 kg	0.00 kg
	989.35	982.59	971.83	959.64	947.79	936.53
0.10	985.62	978.43	969.60	957.58	946.62	935.58
0.25	985.13	978.08	968.88	956.52	946.49	935.19
0.50	984.87	977.70	968.22	955.99	946.12	935.03
1.00	984.79	977.61	967.97	955.79	946.03	934.90
2.00	984.51	976.62	967.55	955.63	945.59	934.52
4.00	984.34	976.23	966.58	954.78	944.73	933.84
8.00	983.85	975.47	965.30	953.91	943.77	932.62
15.00	983.43	973.99	963.97	952.45	942.22	931.29
30.00	982.98	972.94	962.31	950.50	939.67	928.62
60.00	982.59	971.83	959.64	947.79	936.53	926.12

CALCULO DEL PROCESO DE CARGAS

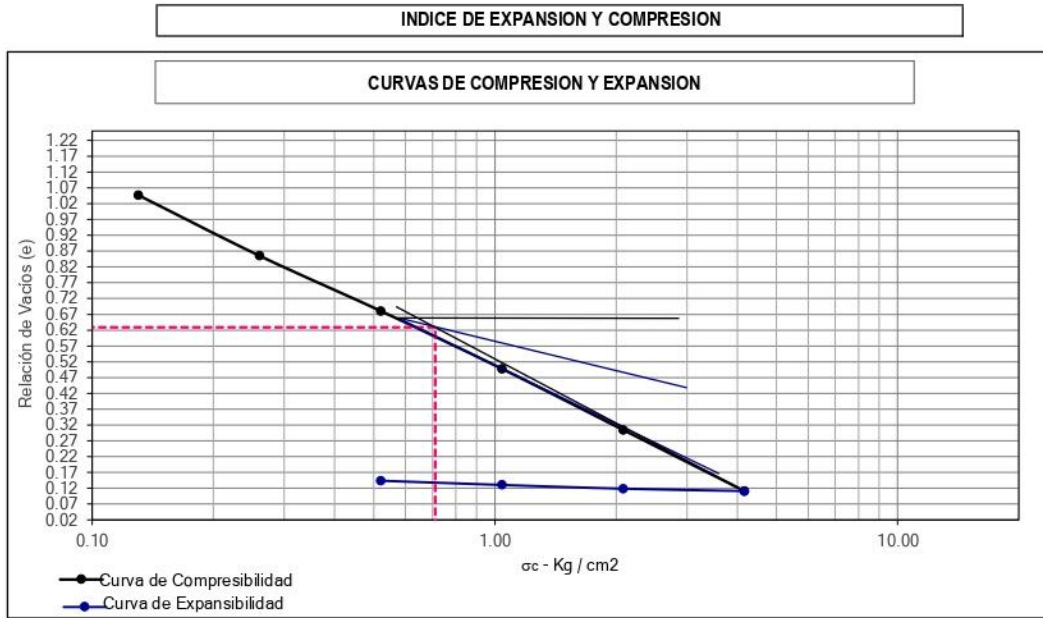
Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
0.000	-	-	0.0000	0.0000	1.199	0
0.319	0.0000	1.3850	1.3850	0.1523	1.047	0.130
0.637	1.3850	3.1290	3.1290	0.3441	0.855	0.260
1.274	3.1290	4.7164	4.7164	0.5186	0.681	0.521
2.548	4.7164	6.3792	6.3792	0.7014	0.498	1.042
5.096	6.3792	8.1358	8.1358	0.8946	0.305	2.084
10.192	8.1358	9.8935	9.8935	1.0879	0.111	4.168

CALCULO DEL PROCESO DE DESCARGA

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
10.192	-	-	0.0000	0.0000	0.111	4.168
5.096	9.8935	9.8259	-0.0676	-0.0074	0.119	2.084
2.548	9.8259	9.7183	-0.1752	-0.0193	0.131	1.042
1.274	9.7183	9.5964	-0.2971	-0.0327	0.144	0.521
0.637	9.5964	9.4779	-0.4156	-0.0457	0.157	0.260
0.319	9.4779	9.3653	-0.5282	-0.0581	0.169	0.130
0.000	9.3653	9.2612	-0.6323	-0.0695	0.181	0.000

Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura final (mm)	Relación de Vacíos e
0.000	0.0000	1.1991
0.130	1.3850	1.0469
0.260	3.1290	0.8551
0.521	4.7164	0.6805
1.042	6.3792	0.4977
2.084	8.1358	0.3046
4.168	9.8935	0.1113
2.084	9.8935	0.1187
1.042	9.8259	0.1305
0.521	9.7183	0.1439
0.260	9.5964	0.1570
0.130	9.4779	0.1694
0.000	9.3653	0.1808

Relación de vacíos inicial	1.1991
Relación de vacíos final	0.1113
Presión de preconsolidación - Pc	0.71 kg/cm ²



RESULTADOS DE ENSAYO:

Indice de Compresion (Cc) = 0.630
 Indice de Expansion (Cs) = 0.039
 Presion de Preconsolidacion Pc = 0.71 kg/cm2

CÁLCULO DEL FACTOR TIEMPO Tv

Para $U \leq 60\%$, $T_v = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{U\%}{100}\right)^2$ Para $U > 60\%$, $T_v = 1.781 - 0.933 * \log(100 - U\%)$

donde: Tv: Factor Tiempo U = 50.00%
 U: Grado de Consolidación T50 = 0.196

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv

Carga (kg)	Deformación Unitaria ε	Módulo de Elasticidad E (kg/cm2)	Altura Prom. para el Incremento de Carga Hp (mm)	Altura de Drenaje Hd (mm)	Tiempo para el 50% de Consolidación t ₅₀ (min)	Coficiente de Consolidación Cv (mm2/min)
0	-	-	20.00	10.00	-	-
0.319	0.0693	1.88	19.31	9.65	5.85	3.13
0.637	0.1565	1.66	17.74	8.87	2.25	6.87
1.274	0.2358	2.21	16.08	8.04	0.99	12.88
2.548	0.3190	3.27	14.45	7.23	1.38	7.43
5.096	0.4068	5.12	12.74	6.37	0.48	16.60
10.192	0.4947	8.42	10.99	5.49	0.62	9.55

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE PRE-CONSOLIDACIÓN Pc

Se determina mediante el método gráfico en la Curva de Compresión: Pc = 0.71 kg/cm2

CÁLCULO DEL TIEMPO PARA EL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

Se calcula mediante la fórmula: $t = \frac{T_v * H_d^2}{C_v}$, $H_d = H_c$ ó $H_d = \frac{H_c}{2}$ Cv = 9.411

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

Módulo de elasticidad promedio 3.76 kg/cm2



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



Proyecto : MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC. FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

Ubicación : ASC. FRANCISCO PALAO

Dist/Prov. : SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA

Sondeo : C-01

Clasificación sucs. CH/Arcilla de alta plasticidad

Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5% Profundidad 2.00m.

DATOS DE LA CÁMARA Y ANILLO

Factor de Carga = 12.00
Peso del Anillo (gr) = 42.96

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro = 61.127 mm
Altura = 20 mm
Área = 2934.65 mm²
Volumen = 58692.96 mm³

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Antes del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	150.50
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	107.54
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	25.71
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	25710.00
Contenido de Humedad(%)	31.42%
Lectura Inicial del Deformímetro (mm)	0.00
Altura de la Muestra (mm)	20.00
Altura de Sólidos (mm)	10.17
Gravedad Específica del Suelo (gr/cm ³)	2.74
Altura de Vacíos (mm)	9.83
Relación de Vacíos	0.97
Grado de Saturación	89.15%

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Despues del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	151.55
Peso de la Muestra Seca + Anillo (gr)	124.79
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	108.59
Peso de la Muestra Seca (gr)	81.83
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	26.76
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	26760.00
Contenido de Humedad (%)	32.70%
Lectura Final del Deformímetro (mm)	0.71
Altura de la Muestra (mm)	19.29
Altura de Vacíos (mm)	9.12
Relación de Vacíos	0.90
Grado de Saturación	100.00%

CARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t)	Lectura del deformímetro 0.01 (mm)					
	0.32 kg	0.64 kg	1.27 kg	2.55 kg	5.10 kg	10.19 kg
Minutos	0.00	5.40	11.10	20.10	32.60	47.20
0.10	2.80	7.80	15.50	26.70	40.10	57.60
0.25	3.05	8.00	15.90	27.10	40.50	58.40
0.50	3.08	8.10	16.00	27.50	41.10	59.20
1.00	3.10	8.15	16.10	27.60	41.20	59.70
2.00	3.20	8.30	16.30	27.90	41.70	60.80
4.00	3.50	8.90	16.50	28.20	42.10	61.50
8.00	3.80	9.10	16.90	28.80	42.70	62.80
15.00	3.90	9.50	17.10	29.10	43.10	63.90
30.00	3.92	9.70	17.40	29.50	43.80	65.00
60.00	3.95	10.00	17.80	29.90	44.20	66.10
120.00	4.00	10.20	18.20	30.50	45.10	67.30
240.00	4.10	10.24	19.60	30.90	45.60	68.20
480.00	4.48	10.50	19.65	31.40	46.50	69.50
1440.00	5.40	11.10	20.10	32.60	47.20	70.80



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



DESCARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t) Minutos	Lectura del deformimetro 0.01 (mm)					
	5.10 kg	2.55 kg	1.27 kg	0.64 kg	0.32 kg	0.00 kg
	70.80	67.70	63.10	59.20	55.80	52.70
0.10	68.40	64.60	60.00	57.20	54.50	51.60
0.25	68.30	64.55	59.90	57.00	54.30	51.50
0.50	68.20	64.50	59.85	56.98	54.35	51.45
1.00	68.10	64.49	59.83	56.95	54.30	51.40
2.00	68.05	64.30	59.80	56.92	54.10	51.30
4.00	68.00	64.10	59.78	56.70	54.00	51.20
8.00	67.95	63.90	59.75	56.55	53.90	51.10
15.00	67.90	63.70	59.60	56.20	53.50	50.90
30.00	67.85	63.40	59.40	56.00	53.20	50.50
60.00	67.70	63.10	59.20	55.80	52.70	50.00

CALCULO DEL PROCESO DE CARGAS

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
0.000	-	-	0.0000	0.0000	0.966	0
0.319	0.0000	0.0540	0.0540	0.0053	0.961	0.130
0.637	0.0540	0.1110	0.1110	0.0109	0.955	0.260
1.274	0.1110	0.2010	0.2010	0.0198	0.946	0.521
2.548	0.2010	0.3260	0.3260	0.0320	0.934	1.042
5.096	0.3260	0.4720	0.4720	0.0464	0.920	2.084
10.192	0.4720	0.7080	0.7080	0.0696	0.896	4.168

CALCULO DEL PROCESO DE DESCARGA

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
10.2	-	-	0.0000	0.0000	0.8963	4.168
5.1	0.7080	0.6770	-0.0310	-0.0030	0.8994	2.084
2.5	0.6770	0.6310	-0.0770	-0.0076	0.9039	1.042
1.3	0.6310	0.5920	-0.1160	-0.0114	0.9077	0.521
0.6	0.5920	0.5580	-0.1500	-0.0147	0.9111	0.260
0.3	0.5580	0.5270	-0.1810	-0.0178	0.9141	0.130
0.0	0.5270	0.5000	-0.2080	-0.0204	0.9168	0.000

Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura final (mm)	Relación de Vacíos e
0.00	0.0000	0.9659
0.13	0.0540	0.9606
0.26	0.1110	0.9550
0.52	0.2010	0.9462
1.04	0.3260	0.9339
2.08	0.4720	0.9195
4.17	0.7080	0.8963
2.08	0.7080	0.8994
1.04	0.6770	0.9039
0.52	0.6310	0.9077
0.26	0.5920	0.9111
0.13	0.5580	0.9141
0.00	0.5270	0.9168

Relación de vacíos inicial	0.9659
Relación de vacíos final	0.8963
Presión de preconsolidación - P_c	1.30 kg/cm ²

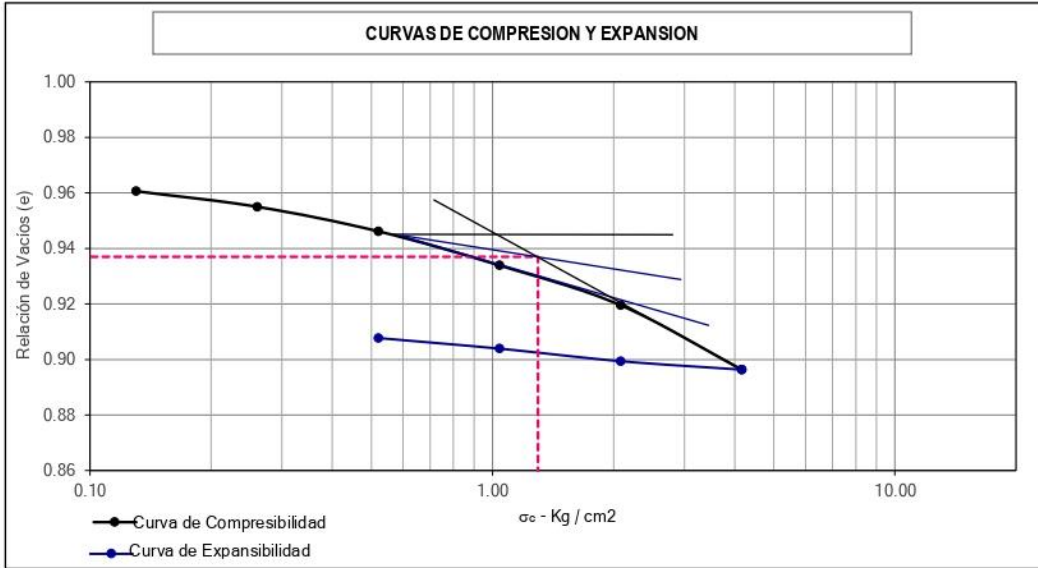


ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



INDICE DE EXPANSION Y COMPRESION

CURVAS DE COMPRESION Y EXPANSION



RESULTADOS DE ENSAYO:

Indice de Compresion (Cc) = 0.055
 Indice de Expansion (Cs) = 0.012
 Presion de Preconsolidacion Pc = 1.30 kg/cm2

CÁLCULO DEL FACTOR TIEMPO Tv

Para $U \leq 60\%$, $T_v = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{U\%}{100}\right)^2$ Para $U > 60\%$, $T_v = 1.781 - 0.933 * \log(100 - U\%)$

donde: Tv: Factor Tiempo U = 50.00%
 U: Grado de Consolidación T50 = 0.196

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv

Carga (kg)	Deformación Unitaria ε	Módulo de Elasticidad E (kg/cm2)	Altura Prom. para el Incremento de Carga Hp (mm)	Altura de Drenaje Hd (mm)	Tiempo para el 50% de Consolidación t50 (min)	Coficiente de Consolidación Cv (mm2/min)
0	-	-	20.00	10.00	-	-
0.319	0.0027	48.24	19.97	9.99	5.85	3.35
0.637	0.0056	46.93	19.92	9.96	2.25	8.65
1.274	0.0101	51.84	19.84	9.92	0.99	19.62
2.548	0.0163	63.92	19.74	9.87	1.38	13.86
5.096	0.0236	88.30	19.60	9.80	0.48	39.29
10.192	0.0354	117.73	19.41	9.71	0.62	29.83

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE PRE-CONSOLIDACIÓN Pc

Se determina mediante el método gráfico en la Curva de Compresión: Pc = 1.30 kg/cm2

CÁLCULO DEL TIEMPO PARA EL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

Se calcula mediante la fórmula: $t = \frac{T_v * H_d^2}{C_v}$, $H_d = H_c$ ó $H_d = \frac{H_c}{2}$ Cv = 19.100

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

Módulo de elasticidad promedio 69.49 kg/cm2



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



Proyecto : MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023
Ubicación : ASC FRANCISCO PALAO
Dist/Prov. : SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO
Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
Sondeo : C-01
Clasificación sucs. CH/Arcilla de alta plasticidad
Tipo de Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10% **Profundidad** **2.00m.**

DATOS DE LA CÁMARA Y ANILLO

Factor de Carga = 12.00
 Peso del Anillo (gr) = 42.96

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro = 61.127 mm
 Altura = 20 mm
 Área = 2934.65 mm²
 Volumen = 58692.96 mm³

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Antes del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	151.42
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	108.46
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	27.94
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	27940.00
Contenido de Humedad(%)	34.70%
Lectura Inicial del Deformímetro (mm)	0.00
Altura de la Muestra (mm)	20.00
Altura de Sólidos (mm)	9.23
Gravedad Especifica del Suelo (gr/cm ³)	2.97
Altura de Vacíos (mm)	10.77
Relación de Vacíos	1.17
Grado de Saturación	88.37%

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Despues del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	152.88
Peso de la Muestra Seca + Anillo (gr)	123.48
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	109.92
Peso de la Muestra Seca (gr)	80.52
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	29.40
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	29400.00
Contenido de Humedad (%)	36.51%
Lectura Final del Deformímetro (mm)	0.76
Altura de la Muestra (mm)	19.24
Altura de Vacíos (mm)	10.02
Relación de Vacíos	1.09
Grado de Saturación	100.00%

CARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t)	Lectura del deformímetro					
	0.32 kg	0.64 kg	1.27 kg	2.55 kg	5.10 kg	10.19 kg
Minutos	0.00	5.50	12.80	24.50	38.60	54.10
0.10	2.90	8.99	19.50	32.20	47.10	66.50
0.25	3.05	9.20	19.90	33.00	48.40	67.40
0.50	3.06	9.40	20.10	38.20	48.90	68.00
1.00	3.07	9.45	20.30	33.50	49.10	68.10
2.00	3.08	9.70	20.60	33.90	49.50	68.80
4.00	3.20	9.90	20.90	34.10	50.00	69.50
8.00	3.60	10.20	21.10	34.50	50.40	70.20
15.00	3.80	10.30	21.50	35.10	50.90	70.80
30.00	3.90	10.36	21.80	35.50	51.20	71.40
60.00	4.10	10.70	22.20	35.90	51.80	72.00
120.00	4.30	11.10	22.80	36.70	52.40	73.20
240.00	4.50	12.10	23.20	37.10	52.90	73.90
480.00	4.90	12.20	23.70	37.70	53.40	74.95
1440.00	5.50	12.80	24.50	38.60	54.10	75.60



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



DESCARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t) Minutos	Lectura del deformimetro 0.01 (mm)					
	5.10 kg	2.55 kg	1.27 kg	0.64 kg	0.32 kg	0.00 kg
	75.60	71.20	66.20	62.30	59.00	55.70
0.10	72.00	68.00	63.00	60.50	57.80	54.60
0.25	71.98	67.50	62.98	60.20	57.75	54.50
0.50	71.97	67.30	62.97	60.18	57.60	54.45
1.00	71.96	67.20	62.96	60.16	57.55	54.40
2.00	71.80	67.10	62.95	60.12	57.30	54.30
4.00	71.70	67.00	62.94	59.97	57.10	54.20
8.00	71.40	66.90	62.90	59.90	56.90	54.00
15.00	71.30	66.80	62.80	59.40	56.50	53.80
30.00	71.20	66.50	62.50	59.20	56.10	53.20
60.00	71.20	66.20	62.30	59.00	55.70	52.90

CALCULO DEL PROCESO DE CARGAS

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
0.000	-	-	0.0000	0.0000	1.168	0
0.319	0.0000	0.0550	0.0550	0.0060	1.162	0.130
0.637	0.0550	0.1280	0.1280	0.0139	1.154	0.260
1.274	0.1280	0.2450	0.2450	0.0266	1.141	0.521
2.548	0.2450	0.3860	0.3860	0.0418	1.126	1.042
5.096	0.3860	0.5410	0.5410	0.0586	1.109	2.084
10.192	0.5410	0.7560	0.7560	0.0819	1.086	4.168

CALCULO DEL PROCESO DE DESCARGA

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
10.2	-	-	0.0000	0.0000	1.0859	4.168
5.1	0.7560	0.7120	-0.0440	-0.0048	1.0907	2.084
2.5	0.7120	0.6620	-0.0940	-0.0102	1.0961	1.042
1.3	0.6620	0.6230	-0.1330	-0.0144	1.1003	0.521
0.6	0.6230	0.5900	-0.1660	-0.0180	1.1039	0.260
0.3	0.5900	0.5570	-0.1990	-0.0216	1.1075	0.130
0.0	0.5570	0.5290	-0.2270	-0.0246	1.1105	0.000

Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura final (mm)	Relación de Vacíos e
0.00	0.0000	1.1678
0.13	0.0550	1.1619
0.26	0.1280	1.1540
0.52	0.2450	1.1413
1.04	0.3860	1.1260
2.08	0.5410	1.1092
4.17	0.7560	1.0859
2.08	0.7560	1.0907
1.04	0.7120	1.0961
0.52	0.6620	1.1003
0.26	0.6230	1.1039
0.13	0.5900	1.1075
0.00	0.5570	1.1105

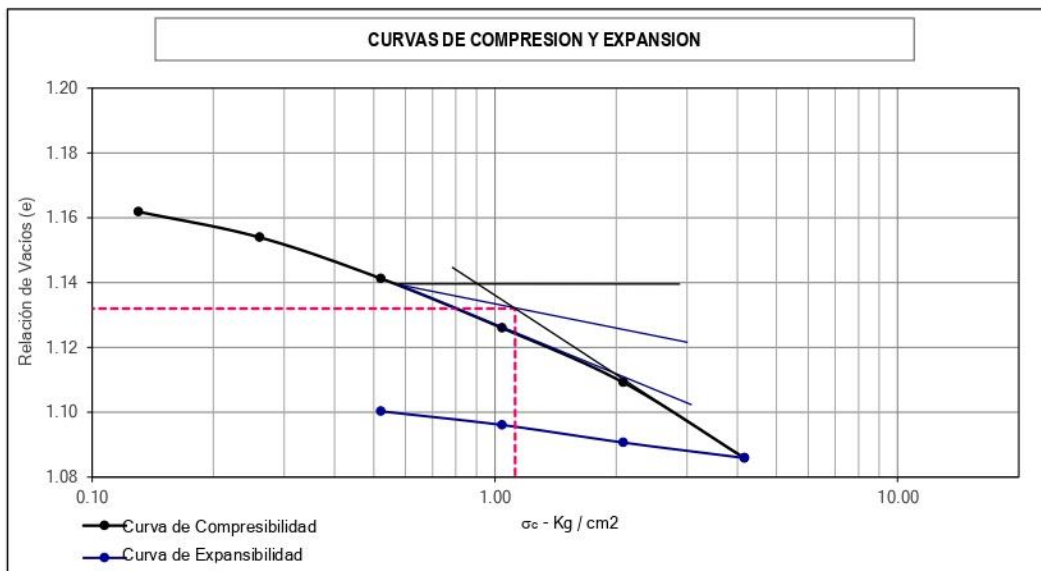
Relación de vacíos inicial	1.1678
Relación de vacíos final	1.0859
Presión de preconsolidación - Pc	1.12 kg/cm²



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



INDICE DE EXPANSION Y COMPRESION



RESULTADOS DE ENSAYO:

Indice de Compresion (Cc) = 0.061
 Indice de Expansion (Cs) = 0.014
 Presion de Preconsolidacion Pc = 1.12 kg/cm2

CÁLCULO DEL FACTOR TIEMPO Tv

Para $U \leq 60\%$, $T_v = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{U\%}{100}\right)^2$ Para $U > 60\%$, $T_v = 1.781 - 0.933 * \log(100 - U\%)$
 donde: Tv: Factor Tiempo U = 50.00%
 U: Grado de Consolidación T50 = 0.196

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv

Carga (kg)	Deformación Unitaria ε	Módulo de Elasticidad E (kg/cm2)	Altura Prom. para el Incremento de Carga Hp (mm)	Altura de Drenaje Hd (mm)	Tiempo para el 50% de Consolidación t50 (min)	Coefficiente de Consolidación Cv (mm2/min)
0	-	-	20.00	10.00	-	-
0.319	0.0028	47.36	19.97	9.99	5.85	3.35
0.637	0.0064	40.70	19.91	9.95	2.25	8.65
1.274	0.0123	42.53	19.81	9.91	0.99	19.56
2.548	0.0193	53.98	19.68	9.84	1.38	13.78
5.096	0.0271	77.03	19.54	9.77	0.48	39.03
10.192	0.0378	110.25	19.35	9.68	0.62	29.65

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE PRE-CONSOLIDACIÓN Pc

Se determina mediante el método gráfico en la Curva de Compresión: Pc = 1.12 kg/cm2

CÁLCULO DEL TIEMPO PARA EL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

Se calcula mediante la fórmula: $t = \frac{T_v * H_d^2}{C_v}$, $H_d = H_c$ ó $H_d = \frac{H_c}{2}$ Cv = 19.004

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

Módulo de elasticidad promedio 61.98 kg/cm2



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



Proyecto : MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC. FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023
Ubicación : ASC. FRANCISCO PALAO
Dist/Prov. : SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO
Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
Sondeo : C-01 Clasificación sucs. CH/Arcilla de alta plasticidad
Tipo de Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5% Profundidad 2.00m.

DATOS DE LA CÁMARA Y ANILLO

Factor de Carga = 12.00
 Peso del Anillo (gr) = 42.96

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro = 61.127 mm
 Altura = 20 mm
 Área = 2934.65 mm²
 Volumen = 58692.96 mm³

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Antes del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	150.00
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	107.04
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	26.33
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	26330.00
Contenido de Humedad(%)	32.62%
Lectura Inicial del Deformímetro (mm)	0.00
Altura de la Muestra (mm)	20.00
Altura de Sólidos (mm)	9.52
Gravedad Especifica del Suelo (gr/cm ³)	2.89
Altura de Vacíos (mm)	10.48
Relación de Vacíos	1.10
Grado de Saturación	85.65%

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Despues del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	147.90
Peso de la Muestra Seca + Anillo (gr)	123.67
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	104.94
Peso de la Muestra Seca (gr)	80.71
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	24.23
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	24230.00
Contenido de Humedad (%)	30.02%
Lectura Final del Deformímetro (mm)	2.22
Altura de la Muestra (mm)	17.78
Altura de Vacíos (mm)	8.26
Relación de Vacíos	0.87
Grado de Saturación	100.00%

CARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t)	Lectura del deformímetro 0.01 (mm)					
	0.32 kg	0.64 kg	1.27 kg	2.55 kg	5.10 kg	10.19 kg
Minutos	0.00	12.80	24.90	47.40	81.80	142.60
0.10	5.00	16.00	34.00	58.30	97.00	156.80
0.25	5.80	17.00	34.90	59.20	99.00	159.50
0.50	6.05	17.20	35.80	61.10	101.00	161.10
1.00	6.15	17.70	35.90	61.40	101.80	161.90
2.00	6.90	18.00	36.40	63.20	104.00	165.80
4.00	7.15	18.60	37.30	64.80	107.40	169.20
8.00	7.85	19.10	38.30	66.50	110.30	175.80
15.00	8.01	19.80	39.80	68.10	114.50	182.00
30.00	8.75	20.50	41.10	70.10	119.70	191.60
60.00	8.90	21.30	42.40	73.20	125.90	200.90
120.00	9.50	22.60	43.90	75.90	131.50	208.80
240.00	10.00	23.30	44.90	77.30	135.40	213.20
480.00	10.40	23.70	46.10	79.50	137.70	217.50
1440.00	12.80	24.90	47.40	81.80	142.60	221.90



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



DESCARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t)	Lectura del deformimetro					
	5.10 kg	2.55 kg	1.27 kg	0.64 kg	0.32 kg	0.00 kg
Minutos	221.90	214.60	203.90	191.10	177.80	170.90
0.10	217.70	210.10	202.10	181.90	176.80	169.10
0.25	217.40	209.90	201.80	180.85	176.50	168.95
0.50	216.90	209.40	200.30	180.70	176.10	168.90
1.00	216.85	209.30	200.20	180.50	176.00	168.80
2.00	216.70	209.10	199.80	180.30	175.90	168.50
4.00	216.20	208.20	198.90	180.10	175.30	168.00
8.00	215.90	207.10	197.70	179.90	174.80	167.30
15.00	215.40	206.30	195.80	179.30	173.90	165.10
30.00	214.90	205.10	193.70	178.80	172.60	164.90
60.00	214.60	203.90	191.10	177.80	170.90	162.20

CALCULO DEL PROCESO DE CARGAS

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
0.000	-	-	0.0000	0.0000	1.100	0
0.319	0.0000	0.1280	0.1280	0.0134	1.086	0.130
0.637	0.1280	0.2490	0.2490	0.0261	1.074	0.260
1.274	0.2490	0.4740	0.4740	0.0498	1.050	0.521
2.548	0.4740	0.8180	0.8180	0.0859	1.014	1.042
5.096	0.8180	1.4260	1.4260	0.1497	0.950	2.084
10.192	1.4260	2.2190	2.2190	0.2330	0.867	4.168

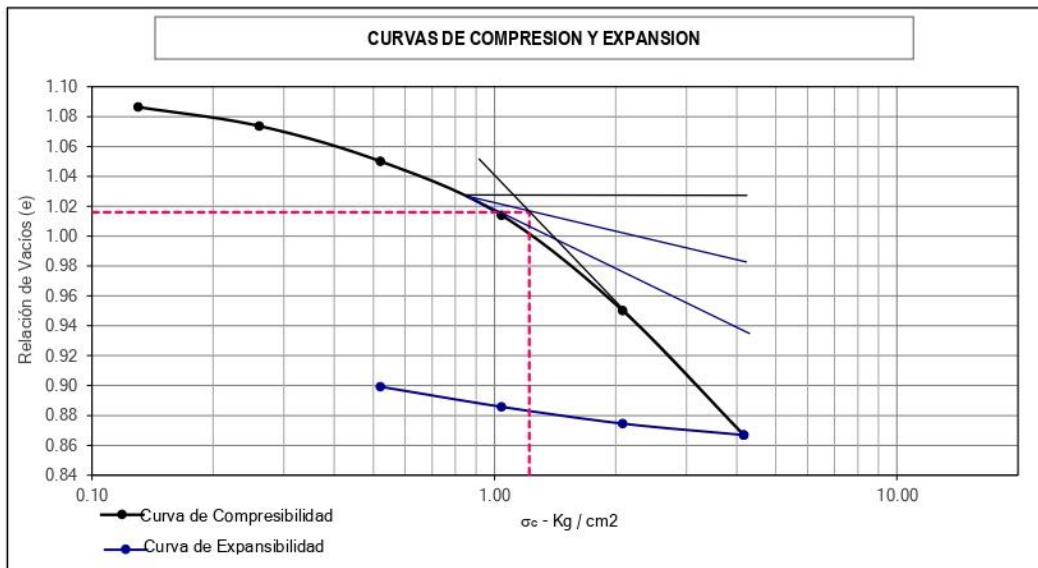
CALCULO DEL PROCESO DE DESCARGA

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
10.2	-	-	0.0000	0.0000	0.8669	4.168
5.1	2.2190	2.1460	-0.0730	-0.0077	0.8745	2.084
2.5	2.1460	2.0390	-0.1800	-0.0189	0.8858	1.042
1.3	2.0390	1.9110	-0.3080	-0.0323	0.8992	0.521
0.6	1.9110	1.7780	-0.4410	-0.0463	0.9132	0.260
0.3	1.7780	1.7090	-0.5100	-0.0535	0.9204	0.130
0.0	1.7090	1.6220	-0.5970	-0.0627	0.9296	0.000

Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura final (mm)	Relación de Vacíos e
0.00	0.0000	1.0999
0.13	0.1280	1.0864
0.26	0.2490	1.0737
0.52	0.4740	1.0501
1.04	0.8180	1.0140
2.08	1.4260	0.9501
4.17	2.2190	0.8669
2.08	2.2190	0.8745
1.04	2.1460	0.8858
0.52	2.0390	0.8992
0.26	1.9110	0.9132
0.13	1.7780	0.9204
0.00	1.7090	0.9296

Relación de vacíos inicial	1.0999
Relación de vacíos final	0.8669
Presión de preconsolidación - Pc	1.22 kg/cm ²


ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216

INDICE DE EXPANSION Y COMPRESION
CURVAS DE COMPRESION Y EXPANSION

RESULTADOS DE ENSAYO:

Índice de Compresion (Cc) = 0.203
 Índice de Expansion (Cs) = 0.036
 Presion de Preconsolidacion Pc = 1.22 kg/cm2

CÁLCULO DEL FACTOR TIEMPO Tv

$$\text{Para } U \leq 60\%, \quad T_v = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{U\%}{100} \right)^2 \quad \text{Para } U > 60\%, \quad T_v = 1.781 - 0.933 * \log(100 - U\%)$$

donde:

Tv: Factor Tiempo

U = 50.00%

U: Grado de Consolidación

T50 = 0.196

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv

Carga (kg)	Deformación Unitaria ϵ	Módulo de Elasticidad E (kg/cm2)	Altura Prom. para el Incremento de Carga Hp (mm)	Altura de Drenaje Hd (mm)	Tiempo para el 50% de Consolidación t_{50} (min)	Coefficiente de Consolidación Cv (mm2/min)
0	-	-	20.00	10.00	-	-
0.319	0.0064	20.35	19.94	9.97	5.85	3.33
0.637	0.0125	20.92	19.81	9.91	2.25	8.56
1.274	0.0237	21.98	19.64	9.82	0.99	19.22
2.548	0.0409	25.47	19.35	9.68	1.38	13.32
5.096	0.0713	29.23	18.88	9.44	0.48	36.45
10.192	0.1110	37.56	18.18	9.09	0.62	26.16

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE PRE-CONSOLIDACIÓN Pc

Se determina mediante el método gráfico en la Curva de Compresión:

Pc = 1.22 kg/cm2

CÁLCULO DEL TIEMPO PARA EL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

 Se calcula mediante la fórmula: $t = \frac{T_v * H_d^2}{C_v}$, $H_d = H_c$ ó $H_d = \frac{H_c}{2}$

Cv = 17.841

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

Módulo de elasticidad promedio

25.92 kg/cm2



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



Proyecto : MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC. FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO 2023

Ubicación : ASC. FRANCISCO PALAO

Dist/Prov. : SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA

Sondeo : C-01

Clasificación sucs. CH/Arcilla de alta plasticidad

Tipo de Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10% **Profundidad** 2.00m.

DATOS DE LA CÁMARA Y ANILLO

Factor de Carga = 12.00
 Peso del Anillo (gr) = 42.96

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Diámetro = 61.127 mm
 Altura = 20 mm
 Area = 2934.65 mm²
 Volumen = 58692.96 mm³

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Antes del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	148.28
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	105.32
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	26.74
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	26740.00
Contenido de Humedad(%)	34.03%
Lectura Inicial del Deformímetro (mm)	0.00
Altura de la Muestra (mm)	20.00
Altura de Sólidos (mm)	8.94
Gravedad Específica del Suelo (gr/cm ³)	3.00
Altura de Vacíos (mm)	11.06
Relación de Vacíos	1.24
Grado de Saturación	82.36%

DATOS DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION	Despues del ensayo
Peso de la Muestra Húmeda + Anillo (gr)	145.83
Peso de la Muestra Seca + Anillo (gr)	121.54
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	102.87
Peso de la Muestra Seca (gr)	78.58
Peso del Agua presente en la Muestra (gr)	24.29
Volumen de Agua presente en la Muestra (mm ³)	24290.00
Contenido de Humedad (%)	30.91%
Lectura Final del Deformímetro (mm)	2.79
Altura de la Muestra (mm)	17.21
Altura de Vacíos (mm)	8.28
Relación de Vacíos	0.93
Grado de Saturación	100.00%

CARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t)	Lectura del deformímetro 0.01 (mm)					
	0.32 kg	0.64 kg	1.27 kg	2.55 kg	5.10 kg	10.19 kg
Minutos	0.00	24.98	48.23	79.09	129.07	196.19
0.10	11.00	32.10	57.15	93.17	145.98	213.01
0.25	12.15	33.12	58.05	95.21	148.17	215.97
0.50	13.22	33.86	59.09	97.02	150.08	218.82
1.00	13.51	33.91	59.46	97.67	151.32	219.56
2.00	14.62	34.98	60.83	99.85	154.01	222.94
4.00	15.94	36.04	62.02	102.01	157.68	227.76
8.00	16.98	37.26	63.88	104.76	161.94	233.13
15.00	18.87	38.43	65.67	107.63	166.85	239.38
30.00	20.13	39.97	67.94	111.88	172.71	246.76
60.00	21.56	42.75	70.11	116.79	178.26	254.25
120.00	22.68	43.22	72.26	121.33	183.11	260.87
240.00	23.76	43.98	74.82	123.85	188.64	265.49
480.00	23.94	45.00	76.37	125.30	191.87	270.00
1440.00	24.98	48.23	79.09	129.07	196.19	278.69



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



DESCARGA DEL ENSAYO DE CONSOLIDACION

TIEMPO (t) Minutos	Lectura del deformimetro 0.01 (mm)					
	5.10 kg	2.55 kg	1.27 kg	0.64 kg	0.32 kg	0.00 kg
	278.69	271.93	261.17	248.98	237.13	225.87
0.10	274.96	267.77	258.94	246.92	235.96	224.92
0.25	274.47	267.42	258.22	245.86	235.83	224.53
0.50	274.21	267.04	257.56	245.33	235.46	224.37
1.00	274.13	266.95	257.31	245.13	235.37	224.24
2.00	273.85	266.26	256.89	244.97	234.93	223.86
4.00	273.68	265.57	255.92	244.12	234.07	223.18
8.00	273.19	264.81	254.64	243.25	233.11	221.96
15.00	272.77	263.33	253.31	241.79	231.56	220.63
30.00	272.32	262.28	251.65	239.84	229.01	217.96
60.00	271.93	261.17	248.98	237.13	225.87	215.46

CALCULO DEL PROCESO DE CARGAS

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
0.000	-	-	0.0000	0.0000	1.238	0
0.319	0.0000	0.2498	0.2498	0.0280	1.210	0.130
0.637	0.2498	0.4823	0.4823	0.0540	1.184	0.260
1.274	0.4823	0.7909	0.7909	0.0885	1.150	0.521
2.548	0.7909	1.2907	1.2907	0.1444	1.094	1.042
5.096	1.2907	1.9619	1.9619	0.2195	1.019	2.084
10.192	1.9619	2.7869	2.7869	0.3119	0.926	4.168

CALCULO DEL PROCESO DE DESCARGA

Carga (kg)	Lectura Inicial (mm)	Lectura Final (mm)	Cambio en la Altura ΔH (mm)	Cambio en la Relación de Vacíos Δe	Relación de Vacíos e	Esfuerzo P (kg/cm ²)
10.2	-	-	0.0000	0.0000	0.9262	4.168
5.1	2.7869	2.7193	-0.0676	-0.0076	0.9338	2.084
2.5	2.7193	2.6117	-0.1752	-0.0196	0.9458	1.042
1.3	2.6117	2.4898	-0.2971	-0.0332	0.9595	0.521
0.6	2.4898	2.3713	-0.4156	-0.0465	0.9727	0.260
0.3	2.3713	2.2587	-0.5282	-0.0591	0.9853	0.130
0.0	2.2587	2.1546	-0.6323	-0.0708	0.9970	0.000

Carga Aplicada (kg/cm ²)	Lectura final (mm)	Relación de Vacíos e
0.00	0.0000	1.2381
0.13	0.2498	1.2102
0.26	0.4823	1.1841
0.52	0.7909	1.1496
1.04	1.2907	1.0937
2.08	1.9619	1.0186
4.17	2.7869	0.9262
2.08	2.7869	0.9338
1.04	2.7193	0.9458
0.52	2.6117	0.9595
0.26	2.4898	0.9727
0.13	2.3713	0.9853
0.00	2.2587	0.9970

Relación de vacíos inicial	1.2381
Relación de vacíos final	0.9262
Presión de preconsolidación - Pc	0.97 kg/cm ²

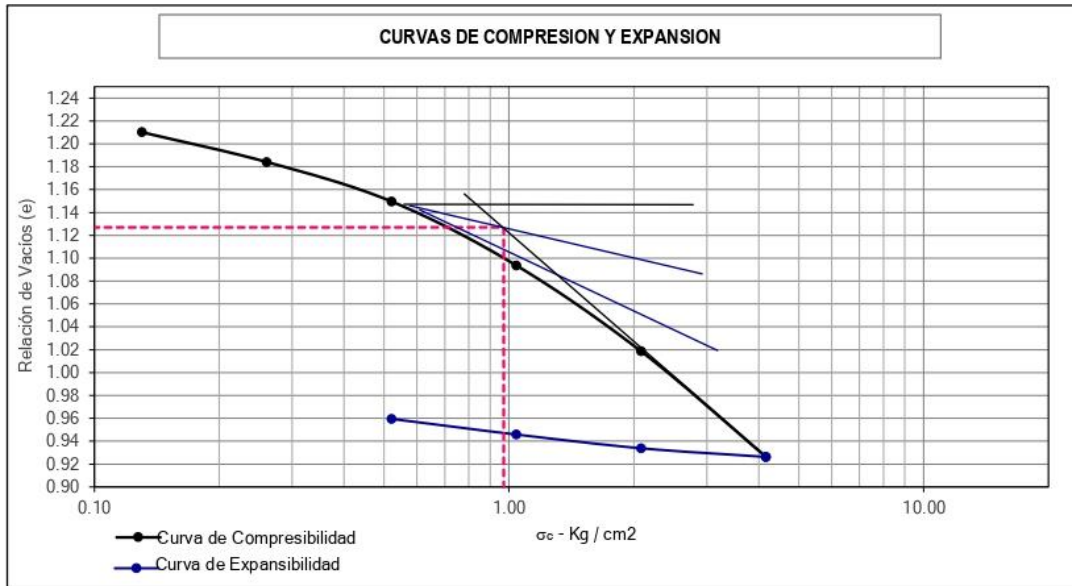


ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS ASTM D - 2435 Y AASHTO T - 216



INDICE DE EXPANSION Y COMPRESION

CURVAS DE COMPRESION Y EXPANSION



RESULTADOS DE ENSAYO:

Indice de Compresion (Cc) = 0.247
 Indice de Expansion (Cs) = 0.039
 Presion de Preconsolidacion Pc = 0.97 kg/cm2

CÁLCULO DEL FACTOR TIEMPO Tv

Para $U \leq 60\%$, $T_v = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{U\%}{100}\right)^2$ Para $U > 60\%$, $T_v = 1.781 - 0.933 * \log(100 - U\%)$

donde: Tv: Factor Tiempo U = 50.00%
 U: Grado de Consolidación T50 = 0.196

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv

Carga (kg)	Deformación Unitaria ε	Módulo de Elasticidad E (kg/cm2)	Altura Prom. para el Incremento de Carga Hp (mm)	Altura de Drenaje Hd (mm)	Tiempo para el 50% de Consolidación t ₅₀ (min)	Coefficiente de Consolidación Cv (mm2/min)
0	-	-	20.00	10.00	-	-
0.319	0.0125	10.43	19.88	9.94	5.85	3.31
0.637	0.0241	10.80	19.63	9.82	2.25	8.41
1.274	0.0395	13.17	19.36	9.68	0.99	18.69
2.548	0.0645	16.14	18.96	9.48	1.38	12.79
5.096	0.0981	21.24	18.37	9.19	0.48	34.52
10.192	0.1393	29.91	17.63	8.81	0.62	24.60

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE PRE-CONSOLIDACIÓN Pc

Se determina mediante el método gráfico en la Curva de Compresión: Pc = 0.97 kg/cm2

CÁLCULO DEL TIEMPO PARA EL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

Se calcula mediante la fórmula: $t = \frac{T_v * H_d^2}{C_v}$, $H_d = H_c$ ó $H_d = \frac{H_c}{2}$ Cv = 17.053

DETERMINACIÓN DEL MODULO DE ELASTICIDAD (E)

Modulo de elasticidad promedio 16.95 kg/cm2



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 Distrito DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L) 1.50
 Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación 1.50
 Incremento de base (Δb) 0.50
 Cota de Terreno bajo piso terminado 2.00
 Profundidad de Desplante (Df) CH
 Clasificación SUCS del suelo de cimentación Zapata Cuadrada
 Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg) 59843.6
 q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación 0.50
 μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo 3.76
 E =Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

α . factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado 4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I _r	I _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S _e (C.Flexible) cm	S _e (C.Rígida) cm
							I _s	I _r	I _f		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	37.387	34.769	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	24.675	22.948	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	17.529	16.302	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										34.77	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										22.95	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										16.30	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 Distrito DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : INAL TERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.2
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	q _o =Presión neta aplicada sobre la cimentación	
Incremento de base (Δb)	0.50	μs=Coefficiente de poisson para el suelo	0.50
Cota de Terreno bajo piso terminado		E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde z=0 hasta z=4B	3.76
Profundidad de Desplante (Df)	2.00		
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	B'= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación	
		α. factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I _r	I _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S _e (C.Rígida) cm
							I _s	I _r	S _e (C.Flexible) cm	
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	55.840	51.932
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	36.855	34.275
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	26.181	24.349
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										51.93 cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										34.27 cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										24.35 cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 Distrito DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : INAL TERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	1181.54.4
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	q _o =Presion neta aplicada sobre la cimentacion	
Incremento de base (Δb)	0.50	μs=Coefficiente de poisson para el suelo	0.50
Cota de Terreno bajo piso terminado		E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde z=0 hasta z=4B	3.76
Profundidad de Desplante (Df)	2.00		
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	B'= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion	
		α. factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I _r	I _r	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S _e (C.Rígida) cm	
							I _s	I _r	S _e (C.Flexible) cm		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.342	0.053	0.342	0.687	73.815	68.648
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.285	0.066	0.285	0.725	48.718	45.308
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.238	0.077	0.238	0.772	34.609	32.187
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										68.65	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										45.31	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										32.19	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 Distrito DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	59843.6
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	q _o =Presion neta aplicada sobre la cimentacion	
Incremento de base (Δb)	0.50	μs=Coefficiente de poisson para el suelo	0.50
Cota de Terreno bajo piso terminado		E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde z=0 hasta z=4B	69.49
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	B'= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	l _r	l _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD				
							l _s	S _e (C.Flexible) cm	S _e (C.Rigida) cm		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	2.023	1.881	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	1.335	1.242	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	0.948	0.882	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										1.88	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										1.24	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										0.88	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN -- PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	89382.2
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	q _o =Presion neta aplicada sobre la cimentacion	
Incremento de base (Δb)	0.50	μs=Coefficiente de poisson para el suelo	0.50
Cota de Terreno bajo piso terminado		E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde z=0 hasta z=4B	69.49
Profundidad de Desplante (Df)	2.00		
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	B'= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion	
		α. factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	l _r	l _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD				
							l _s	S _e (C.Flexible) cm	S _e (C.Rigida) cm		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	3.021	2.810	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	1.994	1.855	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	1.417	1.317	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										2.81	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										1.85	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										1.32	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

Incremento de base (Δb)

Cota de Terreno bajo piso terminado

Profundidad de Desplante (D_f)

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Cimentación sugerida

1.50

1.50

0.50

2.00

CH

Zapata Cuadrada

1181.54.4

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

4.00

α : factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE D_f (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I_r	I_z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S_e (C.Flexible) cm	S_e (C.Rígida) cm	
							I_s	I_r	I_z			
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	3.994	3.714	3.714	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	2.636	2.452	2.452	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	1.873	1.742	1.742	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)											3.71	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)											2.45	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)											1.74	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN -- PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

1.50

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

1.50

Incremento de base (Δb)

0.50

Cota de Terreno bajo piso terminado

2.00

Profundidad de Desplante (D_f)

CH

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Zapata Cuadrada

Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

59843.6

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

0.50

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

61.98

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

α . factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE D_f (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	l_r	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S_e (C.Flexible) cm	S_e (C.Rígida) cm
						l_s	l_z	l_f		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.687	2.268	2.109	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.725	1.497	1.392	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.772	1.063	0.989	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										
							2.11	cm		
							1.39	cm		
							0.99	cm		



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

1.50

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

1.50

Incremento de base (Δb)

0.50

Cota de Terreno bajo piso terminado

2.00

Profundidad de Desplante (D_f)

CH

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Zapata Cuadrada

Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

89382.2

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

0.50

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

61.98

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

4.00

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

α : factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el

4.00

asentamiento esta siendo calculado

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE D_f (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	l_r	l_z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S_e (C.Flexible) cm	S_e (C.Rígida) cm	
							l_s	l_r	l_z			
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	3.388	3.150	3.150	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	2.236	2.079	2.079	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	1.588	1.477	1.477	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)											3.15	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)											2.08	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)											1.48	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

1.50

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

1.50

Incremento de base (Δb)

0.50

Cota de Terreno bajo piso terminado

2.00

Profundidad de Desplante (D_f)

CH

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Zapata Cuadrada

Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

1181.54.4

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

0.50

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$

61.98

hasta $z=4B$

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

α . factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado

4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE D_f (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	l_r	l_z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S_e (C.Rígida) cm
							l_s	S_e (C.Flexible) cm	l_f	
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	4.478	4.165
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	2.955	2.749
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	2.100	1.953
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										4.16 cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										2.75 cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										1.95 cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN -- PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)
 Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación
 Incremento de base (Δb)
 Cota de Terreno bajo piso terminado
 Profundidad de Desplante (Df)
 Clasificación SUCS del suelo de cimentación
 Cimentación sugerida

1.50
 1.50
 0.50
 2.00
 CH
Zapata Cuadrada

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)
 q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación
 μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo
 E =Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$
 $B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación
 α : factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado

59843.6
 0.50
 25.92
 4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I _r	I _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD				
							I _s	S _e (C.Flexible) cm	S _e (C.Rígida) cm		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	5.423	5.044	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	3.579	3.329	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	2.543	2.365	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										5.04	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										3.33	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										2.36	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN -- PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.2
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación	
Incremento de base (Δb)	0.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Cota de Terreno bajo piso terminado		E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$	25.92
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S _e (C.Flexible) cm	S _e (C.Rígida) cm
			m'	n'	l _r		
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	8.100	7.533
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	5.346	4.972
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	3.798	3.532
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)							
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)							
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)							
						7.53	cm
						4.97	cm
						3.53	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

1.50

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

1.50

Incremento de base (Δb)

0.50

Cota de Terreno bajo piso terminado

2.00

Profundidad de Desplante (D_f)

CH

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Zapata Cuadrada

Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

1181.54.4

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

0.50

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

25.92

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

α : factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el

asentamiento esta siendo calculado

4.00

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE D_f (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	l_r	l_z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S_e (C.Flexible) cm	S_e (C.Rígida) cm	
							l_s	l_r	l_f			
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	10.708	9.958		
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	7.067	6.572		
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	5.020	4.669		
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)											9.96	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)											6.57	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)											4.67	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

1.50

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

1.50

Incremento de base (Δb)

0.50

Cota de Terreno bajo piso terminado

2.00

Profundidad de Desplante (D_f)

CH

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Zapata Cuadrada

Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

59843.6

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

0.50

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

16.95

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

4.00

α . factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el

asentamiento esta siendo calculado

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE D_f (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I_r	I_z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S_e (C.Flexible) cm	S_e (C.Rígida) cm	
							I_s	I_r	I_f			
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	8.293	7.713		
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	5.474	5.090		
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	3.888	3.616		
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)											7.71	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)											5.09	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)											3.62	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO

Lugar : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesisista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN -- PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)

1.50

Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación

1.50

Incremento de base (Δb)

0.50

Cota de Terreno bajo piso terminado

2.00

Profundidad de Desplante (Df)

CH

Clasificación SUCS del suelo de cimentación

Zapata Cuadrada

Cimentación sugerida

P=Carga aplicada a la cimentación(kg)

89382.2

q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación

0.50

μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo

16.95

E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación

4.00

α . factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el

asentamiento esta siendo calculado

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I _r	I _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			S _e (C.Flexible) cm	S _e (C.Rígida) cm	
							I _s	I _r	I _f			
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	12.387	11.520	11.520	
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	8.175	7.603	7.603	
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	5.808	5.401	5.401	
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)											11.52	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)											7.60	cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)											5.40	cm



ASENTAMIENTO INMEDIATO EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO
 Distrito DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
 Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN -- PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Calicata : C - 01
 Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L) Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación Incremento de base (Δb) Cota de Terreno bajo piso terminado Profundidad de Desplante (Df) Clasificación SUCS del suelo de cimentación Cimentación sugerida	1.50 1.50 0.50 2.00 CH Zapata Cuadrada	P=Carga aplicada a la cimentación(kg) q_0 =Presión neta aplicada sobre la cimentación μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo E =Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z=0$ hasta $z=4B$ $B' = B/2$ para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación α : factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	1181.54.4 0.50 16.95 4.00
---	---	--	--

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	m'	n'	I _r	I _z	FACTOR DE FORMA F. DE PROFUNDIDAD			
							I _s	S _s (C.Flexible) cm	S _e (C.Rígida) cm	
2.00	1.50	1.50	1.00	2.67	0.342	0.053	0.342	0.687	16.374	15.228
2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.285	0.066	0.285	0.725	10.807	10.051
2.00	2.50	2.50	1.00	1.60	0.238	0.077	0.238	0.772	7.677	7.140
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (1.50mX1.50m)										15.23 cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.00mX2.00m)										10.05 cm
Asentamiento inmediato en el centro de la zapata (2.50mX2.50m)										7.14 cm



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
 Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
 Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO
 Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
 Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA
 Muestra : C - 01
 : INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L) : 1.50
 Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación : 1.50
 Profundidad de Desplante (Df) : 2.00
 Incremento de profundidad (ΔDf) : 1.00
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1) : 1.64 gr/cm³
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1) : 2.02 gr/cm³
 Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2) : 1.33 gr/cm³
 Clasificación SUCS del suelo de cimentación : CH
 Presion de Preconsolidación(P_c) : 7.10 Tn/m²
 Presion de Tapada(P_o) : 3.58 Tn/m²
 Indice de Preconsolidacion (IPC) : 3.52 Tn/m²
 Relacion de vacios inicial (e_o) : 1.20
 Altura del Estrato (H) : 1.00

P=Carga aplicada a la cimentación(kg) : 59843.60
 μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo : 0.50
 E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm²) : 3.76
 B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)
 α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado : 4.00
 Indice de Compresion (C_c) : 0.63
 Indice de Recompresion (C_r) : 0.04

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	1.50	1.50	3.58	7.10	0.00	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	14.532	18.280	CASO C	11.992	11.152	
3.00	1.50	1.50	3.75	7.26	0.50	0.19	0.19	0.010	0.068	0.079	8.364	12.442	CASO C	6.623	6.159	
4.00	1.50	1.50	4.08	7.59	1.50	0.15	0.15	0.007	0.044	0.051	5.418	9.825	CASO C	3.129	2.910	
5.00	1.50	1.50	4.41	7.92	2.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	3.789	8.524	CASO C	0.833	0.774	
6.00	1.50	1.50	4.74	8.25	3.50	0.11	0.11	0.004	0.023	0.026	2.796	7.860	CASO C	-0.685	-0.637	
7.00	1.50	1.50	5.06	8.58	4.50	0.09	0.09	0.003	0.017	0.020	2.147	7.540	CASO C	-1.690	-1.571	
8.00	1.50	1.50	5.39	8.91	5.50											5.25



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Testista : YERSON TERRAZAS HERRERA
Calicata : C - 01
Muestra : INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L) : 2.00
 Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación : 2.00
 Profundidad de Desplante (Df) : 2.00
 Incremento de profundidad (ΔDf) : 1.00
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1) : 1.64 gr/cm³
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat}) : 2.02 gr/cm³
 Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2) : 1.33 gr/cm³
 Clasificación SUCS del suelo de cimentación : **CH**
 Presion de Preconsolidación(P_c) : **7.10** Tn/m²
 Presion de Tapada(P_o) : **3.58** Tn/m²
 Indice de Preconsolidación (**IPC**) : **3.52** Tn/m²
 Relacion de vacios inicial (e_o) : 1.20
 Altura del Estrato (H) : 1.00

P=Carga aplicada a la cimentación(kg) : 59843.60
 μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo : 0.50
 E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm²) : 3.76
 B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)
 α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado : 4.00
 Indice de Compresion (**C_c**) : 0.63
 Indice de Recompresion (**C_r**) : 0.04

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δpi	ΔP+P _{oi}	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	7.10	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	14.080	17.828	CASO C	11.680	10.863	
3.00	2.00	2.00	3.75	7.26	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	8.174	12.252	CASO C	6.431	5.981	
4.00	2.00	2.00	4.08	7.59	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	5.330	9.736	CASO C	3.017	2.806	
5.00	2.00	2.00	4.41	7.92	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	3.743	8.479	CASO C	0.766	0.712	
6.00	2.00	2.00	4.74	8.25	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	2.770	7.835	CASO C	-0.725	-0.675	
7.00	2.00	2.00	5.06	8.58	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.131	7.525	CASO C	-1.715	-1.595	
8.00	2.00	2.00	5.39	8.91	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	1.690	7.412	CASO C	-2.371	-2.205	
9.00	2.00	2.00	5.72	9.24	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	1.372	7.424	CASO C	-2.804	-2.608	
10.00	2.00	2.00	6.05	9.57	7.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	1.372	7.424	CASO C	-2.804	-2.608	5.09



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	3.76
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.63
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidación(Pc)	7.10 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	3.52 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.20		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	7.10	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	13.724	17.473	CASO C	11.430	10.630	
3.00	2.50	2.50	3.75	7.26	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	7.981	12.058	CASO C	6.233	5.797	
4.00	2.50	2.50	4.08	7.59	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	5.231	9.638	CASO C	2.891	2.688	
5.00	2.50	2.50	4.41	7.92	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	3.690	8.426	CASO C	0.688	0.640	
6.00	2.50	2.50	4.74	8.25	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	2.740	7.804	CASO C	-0.774	-0.720	
7.00	2.50	2.50	5.06	8.58	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	2.113	7.506	CASO C	-1.746	-1.624	
8.00	2.50	2.50	5.39	8.91	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	1.678	7.400	CASO C	-2.392	-2.224	
9.00	2.50	2.50	5.72	9.24	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	1.364	7.416	CASO C	-2.817	-2.620	
10.00	2.50	2.50	6.05	9.57	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.130	7.511	CASO C	-3.094	-2.877	
11.00	2.50	2.50	6.38	9.90	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO C	-3.267	-3.039	
12.00	2.50	2.50	6.71	10.23	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO C	-3.267	-3.039	4.94



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	3.76
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.63
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidación(Pc)	7.10 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	3.52 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.20		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	7.10	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	20.499	24.247	CASO C	15.506	14.421	
3.00	2.50	2.50	3.75	7.26	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	11.920	15.997	CASO C	9.750	9.068	
4.00	2.50	2.50	4.08	7.59	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	7.814	12.220	CASO C	5.844	5.435	
5.00	2.50	2.50	4.41	7.92	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	5.512	10.247	CASO C	3.123	2.904	
6.00	2.50	2.50	4.74	8.25	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	4.092	9.156	CASO C	1.214	1.129	
7.00	2.50	2.50	5.06	8.58	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	3.155	8.549	CASO C	-0.128	-0.119	
8.00	2.50	2.50	5.39	8.91	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	2.506	8.228	CASO C	-1.072	-0.997	
9.00	2.50	2.50	5.72	9.24	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.037	8.089	CASO C	-1.736	-1.615	
10.00	2.50	2.50	6.05	9.57	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.688	8.069	CASO C	-2.202	-2.048	
11.00	2.50	2.50	6.38	9.90	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO C	-2.527	-2.350	
12.00	2.50	2.50	6.71	10.23	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO C	-2.527	-2.350	6.59



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	11 8154.40
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	3.76
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.63
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidación(Pc)	7.10 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidación (IPC)	3.52 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.20		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	7.10	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	27.799	31.547	CASO C	18.781	17.466	
3.00	2.00	2.00	3.75	7.26	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	16.139	20.217	CASO C	12.662	11.776	
4.00	2.00	2.00	4.08	7.59	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	10.523	14.930	CASO C	8.336	7.752	
5.00	2.00	2.00	4.41	7.92	2.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	10.523	14.930	CASO C	8.336	7.752	
6.00	2.00	2.00	4.74	8.25	3.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	7.391	12.126	CASO C	5.218	4.853	
7.00	2.00	2.00	5.06	8.58	4.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	5.469	10.534	CASO C	2.958	2.751	
8.00	2.00	2.00	5.39	8.91	5.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	4.208	9.602	CASO C	1.317	1.225	
9.00	2.00	2.00	5.72	9.24	6.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	3.336	9.059	CASO C	0.124	0.116	
10.00	2.00	2.00	6.05	9.57	7.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	2.709	8.761	CASO C	-0.743	-0.691	7.64



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO CONTROL)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: INALTERADA

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	11 815.4.40
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	3.76
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.63
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P_c)	7.10 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	3.52 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.20		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	7.10	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	27.097	30.846	CASO C	18.501	17.206	18.501
3.00	2.50	2.50	3.75	7.26	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	15.757	19.834	CASO C	12.425	11.555	12.425
4.00	2.50	2.50	4.08	7.59	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	10.329	14.735	CASO C	8.173	7.601	8.173
5.00	2.50	2.50	4.41	7.92	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	7.286	12.021	CASO C	5.110	4.752	5.110
6.00	2.50	2.50	4.74	8.25	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	5.409	10.473	CASO C	2.886	2.684	2.886
7.00	2.50	2.50	5.06	8.58	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	4.171	9.564	CASO C	1.269	1.180	1.269
8.00	2.50	2.50	5.39	8.91	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	3.312	9.035	CASO C	0.092	0.085	0.092
9.00	2.50	2.50	5.72	9.24	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.693	8.745	CASO C	-0.766	-0.713	-0.766
10.00	2.50	2.50	6.05	9.57	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	2.232	8.613	CASO C	-1.391	-1.294	-1.391
11.00	2.50	2.50	6.38	9.90	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO C	-1.845	-1.716	-1.845
12.00	2.50	2.50	6.71	10.23	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO C	-1.845	-1.716	-1.845



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Disti/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentacion (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	69.49
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicacion de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.06
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.01
Presion de Preconsolidacion(P_c)	13.00 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	9.42 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	0.97		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	1.50	1.50	3.58	13.00	0.00	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	14.532	18.280	CASO C	0.732	0.681	
3.00	1.50	1.50	3.75	13.16	0.50	0.19	0.19	0.010	0.068	0.079	8.364	12.442	CASO B	0.296	0.275	
4.00	1.50	1.50	4.08	13.49	1.50	0.15	0.15	0.007	0.044	0.051	5.418	9.825	CASO B	0.213	0.198	
5.00	1.50	1.50	4.41	13.82	2.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	3.789	8.524	CASO B	0.156	0.145	
6.00	1.50	1.50	4.74	14.15	3.50	0.11	0.11	0.004	0.023	0.026	2.796	7.860	CASO B	0.117	0.108	
7.00	1.50	1.50	5.06	14.48	4.50	0.09	0.09	0.003	0.017	0.020	2.147	7.540	CASO B	0.089	0.083	
8.00	1.50	1.50	5.39	14.81	5.50											0.32





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO
Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA
Muestra : C - 01
REMOLEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	69.49
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicacion de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.06
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompression (Cr)	0.01
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P_c)	13.00 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	9.42 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	0.97		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	13.00	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	13.724	17.473	CASO C	0.677	0.630	
3.00	2.50	2.50	3.75	13.16	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	7.981	12.058	CASO B	0.287	0.267	
4.00	2.50	2.50	4.08	13.49	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	5.231	9.638	CASO B	0.207	0.193	
5.00	2.50	2.50	4.41	13.82	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	3.690	8.426	CASO B	0.153	0.142	
6.00	2.50	2.50	4.74	14.15	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	2.740	7.804	CASO B	0.115	0.107	
7.00	2.50	2.50	5.06	14.48	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	2.113	7.506	CASO B	0.088	0.081	
8.00	2.50	2.50	5.39	14.81	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	1.678	7.400	CASO B	0.068	0.063	
9.00	2.50	2.50	5.72	15.14	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	1.364	7.416	CASO B	0.054	0.050	
10.00	2.50	2.50	6.05	15.47	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.130	7.511	CASO B	0.043	0.040	
11.00	2.50	2.50	6.38	15.80	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.035	0.033	
12.00	2.50	2.50	6.71	16.13	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.035	0.033	0.31





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	69.49
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.06
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.01
Presion de Preconsolidacion(P_c)	13.00 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	9.42 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	0.97		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	13.00	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	21.030	24.778	CASO C	1.101	1.024	
3.00	2.00	2.00	3.75	13.16	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	12.209	16.286	CASO C	0.546	0.508	
4.00	2.00	2.00	4.08	13.49	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	7.961	12.367	CASO B	0.274	0.254	
5.00	2.00	2.00	4.41	13.82	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	5.591	10.327	CASO B	0.207	0.192	
6.00	2.00	2.00	4.74	14.15	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	4.138	9.202	CASO B	0.158	0.147	
7.00	2.00	2.00	5.06	14.48	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	3.183	8.577	CASO B	0.123	0.114	
8.00	2.00	2.00	5.39	14.81	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	2.524	8.246	CASO B	0.097	0.090	
9.00	2.00	2.00	5.72	15.14	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	2.049	8.101	CASO B	0.077	0.072	
10.00	2.00	2.00	6.05	15.47	7.50											0.43





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	69.49
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.06
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.01
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P_c)	13.00 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	9.42 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	0.97		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	13.00	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	20.499	24.247	CASO C	1.075	1.000	
3.00	2.50	2.50	3.75	13.16	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	11.920	15.997	CASO C	0.524	0.487	
4.00	2.50	2.50	4.08	13.49	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	7.814	12.220	CASO B	0.270	0.251	
5.00	2.50	2.50	4.41	13.82	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	5.512	10.247	CASO B	0.205	0.190	
6.00	2.50	2.50	4.74	14.15	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	4.092	9.156	CASO B	0.157	0.146	
7.00	2.50	2.50	5.06	14.48	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	3.155	8.549	CASO B	0.122	0.114	
8.00	2.50	2.50	5.39	14.81	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	2.506	8.228	CASO B	0.096	0.090	
9.00	2.50	2.50	5.72	15.14	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.037	8.089	CASO B	0.077	0.072	
10.00	2.50	2.50	6.05	15.47	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.688	8.069	CASO B	0.062	0.058	
11.00	2.50	2.50	6.38	15.80	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.051	0.047	
12.00	2.50	2.50	6.71	16.13	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.051	0.047	0.41



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 01)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentacion (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	11 815.4.40
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	69.49
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	ubicación de la cimentacion en donde	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	el asentamiento esta siendo calculado	
Presion de Preconsolidacion(P_c)	13.00 Tn/m ²	Indice de Compresion (C_c)	0.06
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²	Indice de Recompression (C_r)	0.01
Indice de Preconsolidacion (IPC)	9.42 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	0.97		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	13.00	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	27.097	30.846	CASO C	1.368	1.272	
3.00	2.50	2.50	3.75	13.16	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	15.757	19.834	CASO C	0.785	0.730	
4.00	2.50	2.50	4.08	13.49	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	10.329	14.735	CASO C	0.381	0.354	
5.00	2.50	2.50	4.41	13.82	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	7.286	12.021	CASO B	0.247	0.230	
6.00	2.50	2.50	4.74	14.15	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	5.409	10.473	CASO B	0.193	0.179	
7.00	2.50	2.50	5.06	14.48	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	4.171	9.564	CASO B	0.152	0.141	
8.00	2.50	2.50	5.39	14.81	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	3.312	9.035	CASO B	0.121	0.113	
9.00	2.50	2.50	5.72	15.14	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.693	8.745	CASO B	0.098	0.091	
10.00	2.50	2.50	6.05	15.47	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	2.232	8.613	CASO B	0.080	0.074	
11.00	2.50	2.50	6.38	15.80	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.065	0.061	
12.00	2.50	2.50	6.71	16.13	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.065	0.061	0.48





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO
Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA
Muestra : C - 01
REMOLEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L) : 1.50
 Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación : 1.50
 Profundidad de Desplante (Df) : 2.00
 Incremento de profundidad (ΔDf) : 1.00
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1) : 1.64 gr/cm³
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1) : 2.02 gr/cm³
 Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2) : 1.33 gr/cm³
 Clasificación SUCS del suelo de cimentación : CH
 Presion de Preconsolidación(Pc) : 11.20 Tn/m²
 Presion de Tapada(Po) : 3.58 Tn/m²
 Indice de Preconsolidacion (IPC) : 7.62 Tn/m²
 Relacion de vacios inicial (e_o) : 1.17
 Altura del Estrato (H) : 1.00

P=Carga aplicada a la cimentacion(kg) : 59843.60
 μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo : 0.50
 E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm²) : 61.98
 B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)
 α factor que depende de la ubicacion de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado : 4.00
 Indice de Compresion (Cc) : 0.06
 Indice de Recompression (Cr) : 0.01

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	1.50	1.50	3.58	11.20	0.00	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	14.532	18.280	CASO C	0.892	0.829	
3.00	1.50	1.50	3.75	11.36	0.50	0.19	0.19	0.010	0.068	0.079	8.364	12.442	CASO C	0.371	0.345	
4.00	1.50	1.50	4.08	11.69	1.50	0.15	0.15	0.007	0.044	0.051	5.418	9.825	CASO B	0.225	0.209	
5.00	1.50	1.50	4.41	12.02	2.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	3.789	8.524	CASO B	0.165	0.153	
6.00	1.50	1.50	4.74	12.35	3.50	0.11	0.11	0.004	0.023	0.026	2.796	7.860	CASO B	0.123	0.115	
7.00	1.50	1.50	5.06	12.68	4.50	0.09	0.09	0.003	0.017	0.020	2.147	7.540	CASO B	0.094	0.087	
8.00	1.50	1.50	5.39	13.01	5.50											0.38



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	61.98
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.06
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.01
Presion de Preconsolidación(Pc)	11.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidación (IPC)	7.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.17		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	11.20	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	14.080	17.828	CASO C	0.861	0.801	
3.00	2.00	2.00	3.75	11.36	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	8.174	12.252	CASO C	0.352	0.328	
4.00	2.00	2.00	4.08	11.69	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	5.330	9.736	CASO B	0.222	0.207	
5.00	2.00	2.00	4.41	12.02	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	3.743	8.479	CASO B	0.163	0.152	
6.00	2.00	2.00	4.74	12.35	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	2.770	7.835	CASO B	0.122	0.114	
7.00	2.00	2.00	5.06	12.68	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.131	7.525	CASO B	0.093	0.087	
8.00	2.00	2.00	5.39	13.01	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	1.690	7.412	CASO B	0.073	0.067	
9.00	2.00	2.00	5.72	13.34	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	1.372	7.424	CASO B	0.057	0.053	
10.00	2.00	2.00	6.05	13.67	7.50											0.37





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	61.98
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (C _c)	0.06
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompression (Cr)	0.01
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P _c)	11.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P _o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	7.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.17		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	11.20	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	13.724	17.473	CASO C	0.837	0.778	
3.00	2.50	2.50	3.75	11.36	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	7.981	12.058	CASO C	0.333	0.310	
4.00	2.50	2.50	4.08	11.69	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	5.231	9.638	CASO B	0.219	0.204	
5.00	2.50	2.50	4.41	12.02	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	3.690	8.426	CASO B	0.162	0.150	
6.00	2.50	2.50	4.74	12.35	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	2.740	7.804	CASO B	0.121	0.113	
7.00	2.50	2.50	5.06	12.68	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	2.113	7.506	CASO B	0.093	0.086	
8.00	2.50	2.50	5.39	13.01	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	1.678	7.400	CASO B	0.072	0.067	
9.00	2.50	2.50	5.72	13.34	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	1.364	7.416	CASO B	0.057	0.053	
10.00	2.50	2.50	6.05	13.67	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.130	7.511	CASO B	0.046	0.043	
11.00	2.50	2.50	6.38	14.00	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.037	0.035	
12.00	2.50	2.50	6.71	14.33	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.037	0.035	0.36





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO
Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA
Muestra : C - 01
REMOLEDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	61.98
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (C _c)	0.061
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (C _r)	0.01
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P _c)	11.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P _o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	7.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.17		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	P _o (Tn/m ²)	P _c (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	1.50	1.50	3.58	11.20	0.00	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	21.705	25.453	CASO C	1.296	1.206	
3.00	1.50	1.50	3.75	11.36	0.50	0.19	0.19	0.010	0.068	0.079	12.493	16.571	CASO C	0.721	0.671	
4.00	1.50	1.50	4.08	11.69	1.50	0.15	0.15	0.007	0.044	0.051	8.093	12.499	CASO C	0.329	0.306	
5.00	1.50	1.50	4.41	12.02	2.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	5.659	10.395	CASO B	0.220	0.205	
6.00	1.50	1.50	4.74	12.35	3.50	0.11	0.11	0.004	0.023	0.026	4.176	9.240	CASO B	0.169	0.157	
7.00	1.50	1.50	5.06	12.68	4.50	0.09	0.09	0.003	0.017	0.020	3.206	8.600	CASO B	0.131	0.122	
8.00	1.50	1.50	5.39	13.01	5.50											0.51



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentacion (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	61.98
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.061
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.01
Presion de Preconsolidacion(P_c)	11.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	7.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.17		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	11.20	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	21.030	24.778	CASO C	1.264	1.175	
3.00	2.00	2.00	3.75	11.36	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	12.209	16.286	CASO C	0.700	0.651	
4.00	2.00	2.00	4.08	11.69	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	7.961	12.367	CASO C	0.316	0.294	
5.00	2.00	2.00	4.41	12.02	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	5.591	10.327	CASO B	0.219	0.203	
6.00	2.00	2.00	4.74	12.35	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	4.138	9.202	CASO B	0.167	0.156	
7.00	2.00	2.00	5.06	12.68	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	3.183	8.577	CASO B	0.130	0.121	
8.00	2.00	2.00	5.39	13.01	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	2.524	8.246	CASO B	0.102	0.095	
9.00	2.00	2.00	5.72	13.34	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	2.049	8.101	CASO B	0.082	0.076	0.50
10.00	2.00	2.00	6.05	13.67	7.50											





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	61.98
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.061
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.01
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P_c)	11.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	7.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.17		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	11.20	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	20.499	24.247	CASO C	1.237	1.150	
3.00	2.50	2.50	3.75	11.36	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	11.920	15.997	CASO C	0.678	0.631	
4.00	2.50	2.50	4.08	11.69	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	7.814	12.220	CASO C	0.301	0.280	
5.00	2.50	2.50	4.41	12.02	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	5.512	10.247	CASO B	0.216	0.201	
6.00	2.50	2.50	4.74	12.35	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	4.092	9.156	CASO B	0.166	0.154	
7.00	2.50	2.50	5.06	12.68	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	3.155	8.549	CASO B	0.129	0.120	
8.00	2.50	2.50	5.39	13.01	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	2.506	8.228	CASO B	0.102	0.095	
9.00	2.50	2.50	5.72	13.34	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.037	8.089	CASO B	0.081	0.076	
10.00	2.50	2.50	6.05	13.67	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.688	8.069	CASO B	0.066	0.061	
11.00	2.50	2.50	6.38	14.00	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.054	0.050	
12.00	2.50	2.50	6.71	14.33	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.054	0.050	0.48





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 02)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO
Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA
Muestra : C - 01
REMODELADA CON MEZCLA SUELO-CEMENTO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L) : 2.50
 Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación : 2.50
 Profundidad de Desplante (Df) : 2.00
 Incremento de profundidad (ΔDf) : 1.00
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1) : 1.64 gr/cm³
 Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat}) : 2.02 gr/cm³
 Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2) : 1.33 gr/cm³
 Clasificación SUCS del suelo de cimentación : **CH**
 Presion de Preconsolidación(P_c) : **11.20** Tn/m²
 Presion de Tapada(P_o) : **3.58** Tn/m²
 Indice de Preconsolidacion (**IPC**) : **7.62** Tn/m²
 Relacion de vacios inicial (e_o) : 1.17
 Altura del Estrato (H) : 1.00

P=Carga aplicada a la cimentacion(kg) : 118154.40
 μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo : 0.50
 E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm²) : 61.98
 B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)
 α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado : 4.00
 Indice de Compresion (**C_c**) : 0.061
 Indice de Recompression (**C_r**) : 0.01

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	11.20	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	27.097	30.846	CASO C	1.531	1.424	
3.00	2.50	2.50	3.75	11.36	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	15.757	19.834	CASO C	0.941	0.875	
4.00	2.50	2.50	4.08	11.69	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	10.329	14.735	CASO C	0.530	0.493	
5.00	2.50	2.50	4.41	12.02	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	7.286	12.021	CASO C	0.236	0.219	
6.00	2.50	2.50	4.74	12.35	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	5.409	10.473	CASO B	0.204	0.190	
7.00	2.50	2.50	5.06	12.68	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	4.171	9.564	CASO B	0.161	0.149	
8.00	2.50	2.50	5.39	13.01	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	3.312	9.035	CASO B	0.128	0.119	
9.00	2.50	2.50	5.72	13.34	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.693	8.745	CASO B	0.103	0.096	
10.00	2.50	2.50	6.05	13.67	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	2.232	8.613	CASO B	0.084	0.078	
11.00	2.50	2.50	6.38	14.00	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.064	0.064	
12.00	2.50	2.50	6.71	14.33	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.064	0.064	0.56





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Disti/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	25.92
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.20
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Presion de Preconsolidación(Pc)	12.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidación (IPC)	8.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.10		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	12.20	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	14.080	17.828	CASO C	2.426	2.256	
3.00	2.00	2.00	3.75	12.36	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	8.174	12.252	CASO C	0.697	0.648	
4.00	2.00	2.00	4.08	12.69	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	5.330	9.736	CASO B	0.591	0.549	
5.00	2.00	2.00	4.41	13.02	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	3.743	8.479	CASO B	0.434	0.403	
6.00	2.00	2.00	4.74	13.35	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	2.770	7.835	CASO B	0.325	0.302	
7.00	2.00	2.00	5.06	13.68	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.131	7.525	CASO B	0.248	0.231	
8.00	2.00	2.00	5.39	14.01	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	1.690	7.412	CASO B	0.193	0.179	
9.00	2.00	2.00	5.72	14.34	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	1.372	7.424	CASO B	0.152	0.142	0.96
10.00	2.00	2.00	6.05	14.67	7.50											



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	25.92
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.20
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Presion de Preconsolidacion(Pc)	12.20 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	8.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.01		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	12.20	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	13.724	17.473	CASO C	2.446	2.275	
3.00	2.50	2.50	3.75	12.36	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	7.981	12.058	CASO B	0.844	0.785	
4.00	2.50	2.50	4.08	12.69	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	5.231	9.638	CASO B	0.609	0.566	
5.00	2.50	2.50	4.41	13.02	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	3.690	8.426	CASO B	0.448	0.417	
6.00	2.50	2.50	4.74	13.35	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	2.740	7.804	CASO B	0.336	0.313	
7.00	2.50	2.50	5.06	13.68	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	2.113	7.506	CASO B	0.257	0.239	
8.00	2.50	2.50	5.39	14.01	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	1.678	7.400	CASO B	0.200	0.186	
9.00	2.50	2.50	5.72	14.34	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	1.364	7.416	CASO B	0.158	0.147	
10.00	2.50	2.50	6.05	14.67	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.130	7.511	CASO B	0.127	0.118	
11.00	2.50	2.50	6.38	15.00	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.103	0.096	
12.00	2.50	2.50	6.71	15.33	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.103	0.096	1.01





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentacion (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	25.92
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	ubicación de la cimentacion en donde	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	el asentamiento esta siendo calculado	
Presion de Preconsolidacion(P_c)	12.20 Tn/m ²	Indice de Compresion (C_c)	0.20
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²	Indice de Recompression (C_r)	0.04
Indice de Preconsolidacion (IPC)	8.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.10		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	12.20	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	20.499	24.247	CASO C	3.718	3.457	
3.00	2.50	2.50	3.75	12.36	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	11.920	15.997	CASO C	1.818	1.690	
4.00	2.50	2.50	4.08	12.69	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	7.814	12.220	CASO C	0.540	0.502	
5.00	2.50	2.50	4.41	13.02	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	5.512	10.247	CASO B	0.575	0.535	
6.00	2.50	2.50	4.74	13.35	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	4.092	9.156	CASO B	0.441	0.410	
7.00	2.50	2.50	5.06	13.68	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	3.155	8.549	CASO B	0.343	0.319	
8.00	2.50	2.50	5.39	14.01	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	2.506	8.228	CASO B	0.271	0.252	
9.00	2.50	2.50	5.72	14.34	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.037	8.089	CASO B	0.216	0.201	
10.00	2.50	2.50	6.05	14.67	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.688	8.069	CASO B	0.175	0.163	
11.00	2.50	2.50	6.38	15.00	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.143	0.133	
12.00	2.50	2.50	6.71	15.33	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.143	0.133	1.32





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 03)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 7.5%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	11 815.4.40
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	25.92
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	ubicación de la cimentacion en donde	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	el asentamiento esta siendo calculado	
Presion de Preconsolidacion(P_c)	12.20 Tn/m ²	Indice de Compresion (C_c)	0.20
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²	Indice de Recompresion (C_r)	0.04
Indice de Preconsolidacion (IPC)	8.62 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.10		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	12.20	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	27.097	30.846	CASO C	4.729	4.398	
3.00	2.50	2.50	3.75	12.36	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	15.757	19.834	CASO C	2.721	2.530	
4.00	2.50	2.50	4.08	12.69	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	10.329	14.735	CASO C	1.326	1.233	
5.00	2.50	2.50	4.41	13.02	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	7.286	12.021	CASO B	0.694	0.645	
6.00	2.50	2.50	4.74	13.35	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	5.409	10.473	CASO B	0.541	0.503	
7.00	2.50	2.50	5.06	13.68	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	4.171	9.564	CASO B	0.427	0.397	
8.00	2.50	2.50	5.39	14.01	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	3.312	9.035	CASO B	0.340	0.316	
9.00	2.50	2.50	5.72	14.34	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.693	8.745	CASO B	0.274	0.255	
10.00	2.50	2.50	6.05	14.67	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	2.232	8.613	CASO B	0.223	0.208	
11.00	2.50	2.50	6.38	15.00	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.184	0.171	1.62
12.00	2.50	2.50	6.71	15.33	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.184	0.171	1.62





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Testista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	16.95
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.25
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidación(Pc)	9.70 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidación (IPC)	6.12 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.24		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	9.70	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	14.080	17.828	CASO C	3.569	3.319	
3.00	2.00	2.00	3.75	9.86	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	8.174	12.252	CASO C	1.575	1.465	
4.00	2.00	2.00	4.08	10.19	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	5.330	9.736	CASO C	0.287	0.267	
5.00	2.00	2.00	4.41	10.52	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	3.743	8.479	CASO B	0.441	0.410	
6.00	2.00	2.00	4.74	10.85	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	2.770	7.835	CASO B	0.330	0.307	
7.00	2.00	2.00	5.06	11.18	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.131	7.525	CASO B	0.252	0.234	
8.00	2.00	2.00	5.39	11.51	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	1.690	7.412	CASO B	0.196	0.182	
9.00	2.00	2.00	5.72	11.84	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	1.372	7.424	CASO B	0.155	0.144	1.37
10.00	2.00	2.00	6.05	12.17	7.50											



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO
Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN - PROVINCIA DE CUSCO -- DEPARTAMENTO DE CUSCO
Tesista : YERSON TERRAZAS HERRERA
Calicata : C - 01
Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	59843.60
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	16.95
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.25
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidación(Pc)	9.70 Tn/m ²		
Presion de Tapada(Po)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	6.12 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.24		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	9.70	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	13.724	17.473	CASO C	3.473	3.230	
3.00	2.50	2.50	3.75	9.86	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	7.981	12.058	CASO C	1.499	1.394	
4.00	2.50	2.50	4.08	10.19	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	5.231	9.638	CASO B	0.592	0.551	
5.00	2.50	2.50	4.41	10.52	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	3.690	8.426	CASO B	0.436	0.406	
6.00	2.50	2.50	4.74	10.85	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	2.740	7.804	CASO B	0.327	0.304	
7.00	2.50	2.50	5.06	11.18	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	2.113	7.506	CASO B	0.250	0.233	
8.00	2.50	2.50	5.39	11.51	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	1.678	7.400	CASO B	0.195	0.181	
9.00	2.50	2.50	5.72	11.84	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	1.364	7.416	CASO B	0.154	0.143	
10.00	2.50	2.50	6.05	12.17	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.130	7.511	CASO B	0.123	0.115	
11.00	2.50	2.50	6.38	12.50	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.100	0.093	1.39
12.00	2.50	2.50	6.71	12.83	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	0.952	7.662	CASO B	0.100	0.093	1.39



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"
Lugar : ASC FRANCISCO PALAO
Dist/Prov. : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO
Testista : YERSON TERRAZAS HERRERA
Calicata : C - 01
Muestra : REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	1.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.50	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	16.95
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	B= B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina de la cimentación (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentación en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	2.02 gr/cm ³	Indice de Compresion (C _c)	0.25
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Recompresion (C _r)	0.04
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH		
Presion de Preconsolidacion(P _c)	9.70 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P _o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	6.12 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e _o)	1.24		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	1.50	1.50	3.58	9.70	0.00	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	21.705	25.453	CASO C	5.276	4.906	
3.00	1.50	1.50	3.75	9.86	0.50	0.19	0.19	0.010	0.068	0.079	12.493	16.571	CASO C	3.022	2.811	
4.00	1.50	1.50	4.08	10.19	1.50	0.15	0.15	0.007	0.044	0.051	8.093	12.499	CASO C	1.484	1.380	
5.00	1.50	1.50	4.41	10.52	2.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	5.659	10.395	CASO C	0.421	0.392	
6.00	1.50	1.50	4.74	10.85	3.50	0.11	0.11	0.004	0.023	0.026	4.176	9.240	CASO B	0.455	0.423	
7.00	1.50	1.50	5.06	11.18	4.50	0.09	0.09	0.003	0.017	0.020	3.206	8.600	CASO B	0.353	0.328	
8.00	1.50	1.50	5.39	11.51	5.50											1.98



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.00	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.00		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	16.95
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.25
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompresion (Cr)	0.04
Presion de Preconsolidacion(P_c)	9.70 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	6.12 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.24		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.00	2.00	3.58	9.70	0.00	0.33	0.33	0.029	0.206	0.235	21.030	24.778	CASO C	5.147	4.787	
3.00	2.00	2.00	3.75	9.86	0.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	12.209	16.286	CASO C	2.939	2.734	
4.00	2.00	2.00	4.08	10.19	1.50	0.20	0.20	0.012	0.077	0.089	7.961	12.367	CASO C	1.433	1.333	
5.00	2.00	2.00	4.41	10.52	2.50	0.17	0.17	0.008	0.054	0.063	5.591	10.327	CASO C	0.390	0.363	
6.00	2.00	2.00	4.74	10.85	3.50	0.14	0.14	0.006	0.040	0.046	4.138	9.202	CASO B	0.452	0.420	
7.00	2.00	2.00	5.06	11.18	4.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	3.183	8.577	CASO B	0.351	0.326	
8.00	2.00	2.00	5.39	11.51	5.50	0.11	0.11	0.004	0.024	0.028	2.524	8.246	CASO B	0.277	0.257	
9.00	2.00	2.00	5.72	11.84	6.50	0.10	0.10	0.003	0.020	0.023	2.049	8.101	CASO B	0.221	0.205	1.93
10.00	2.00	2.00	6.05	12.17	7.50											



ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentacion (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentacion(kg)	89382.20
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	16.95
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la ubicación de la cimentacion en donde el asentamiento esta siendo calculado	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	Indice de Compresion (Cc)	0.25
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	Indice de Recompression (Cr)	0.04
Presion de Preconsolidacion(P_c)	9.70 Tn/m ²		
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²		
Indice de Preconsolidacion (IPC)	6.12 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.24		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	9.70	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	20.499	24.247	CASO C	5.043	4.690	
3.00	2.50	2.50	3.75	9.86	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	11.920	15.997	CASO C	2.854	2.654	
4.00	2.50	2.50	4.08	10.19	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	7.814	12.220	CASO C	1.376	1.279	
5.00	2.50	2.50	4.41	10.52	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	5.512	10.247	CASO C	0.353	0.328	
6.00	2.50	2.50	4.74	10.85	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	4.092	9.156	CASO B	0.448	0.417	
7.00	2.50	2.50	5.06	11.18	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	3.155	8.549	CASO B	0.349	0.324	
8.00	2.50	2.50	5.39	11.51	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	2.506	8.228	CASO B	0.275	0.256	
9.00	2.50	2.50	5.72	11.84	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.037	8.089	CASO B	0.220	0.204	
10.00	2.50	2.50	6.05	12.17	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	1.688	8.069	CASO B	0.178	0.165	
11.00	2.50	2.50	6.38	12.50	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.145	0.135	
12.00	2.50	2.50	6.71	12.83	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.422	8.131	CASO B	0.145	0.135	1.87





ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA EN ZAPATAS AISLADAS (GRUPO EXPERIMENTAL 04)

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS USANDO CEMENTO U OXIDO FERROSO EN LA ASC FRANCISCO

Lugar : PALAO DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROVINCIA DE CUSCO, 2023"

Dist/Prov. : ASC FRANCISCO PALAO

Tesista : DISTRITO DE SAN SEBASTIAN – PROVINCIA DE CUSCO – DEPARTAMENTO DE CUSCO

Calicata : YERSON TERRAZAS HERRERA

Muestra : C - 01

: REMOLDEADA CON MEZCLA SUELO-OXIDO FERROSO AL 10%

A.- DATOS GENERALES

Largo de la cimentación (L)	2.50	P=Carga aplicada a la cimentación(kg)	11 8154.40
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	2.50		
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	μ_s =Coeficiente de poisson para el suelo	0.50
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	E=Modulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentacion medido desde, z=0 hasta, z=4B (kg/cm ²)	16.95
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.64 gr/cm ³	B= B/2 para el centro de la cimentacion y B para la esquina de la cimentacion (m)	
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_{1sat})	2.02 gr/cm ³	α factor que depende de la	4.00
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.33 gr/cm ³	ubicación de la cimentación en donde	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	el asentamiento esta siendo calculado	
Presion de Preconsolidación(P_c)	9.70 Tn/m ²	Indice de Compresion (Cc)	0.25
Presion de Tapada(P_o)	3.58 Tn/m ²	Indice de Recompression (Cr)	0.04
Indice de Preconsolidacion (IPC)	6.12 Tn/m ²		
Relacion de vacios inicial (e_o)	1.24		
Altura del Estrato (H)	1.00		

B.- CALCULO DE ASENTAMIENTO PRIMARIO

DESPLANTE Df (m)	LARGO L (m)	ANCHO B (m)	Po (Tn/m ²)	Pc (Tn/m ²)	Z (m)	m'	n'	l ₁	l ₂	l _c	Δp_i	$\Delta P+P_{oi}$	CASO	ΔH (C.Flexible) cm	ΔH (C.Rigida) cm	ΔH Total cm
2.00	2.50	2.50	3.58	9.70	0.00	0.42	0.42	0.042	0.316	0.358	27.097	30.846	CASO C	6.197	5.763	
3.00	2.50	2.50	3.75	9.86	0.50	0.31	0.31	0.026	0.182	0.208	15.757	19.834	CASO C	3.884	3.612	
4.00	2.50	2.50	4.08	10.19	1.50	0.25	0.25	0.018	0.119	0.137	10.329	14.735	CASO C	2.273	2.114	
5.00	2.50	2.50	4.41	10.52	2.50	0.21	0.21	0.013	0.084	0.096	7.286	12.021	CASO C	1.118	1.040	
6.00	2.50	2.50	4.74	10.85	3.50	0.18	0.18	0.010	0.062	0.072	5.409	10.473	CASO C	0.286	0.266	
7.00	2.50	2.50	5.06	11.18	4.50	0.16	0.16	0.007	0.048	0.055	4.171	9.564	CASO B	0.434	0.403	
8.00	2.50	2.50	5.39	11.51	5.50	0.14	0.14	0.006	0.038	0.044	3.312	9.035	CASO B	0.346	0.321	
9.00	2.50	2.50	5.72	11.84	6.50	0.13	0.13	0.005	0.031	0.036	2.693	8.745	CASO B	0.279	0.259	
10.00	2.50	2.50	6.05	12.17	7.50	0.11	0.11	0.004	0.026	0.030	2.232	8.613	CASO B	0.227	0.211	
11.00	2.50	2.50	6.38	12.50	8.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.187	0.174	
12.00	2.50	2.50	6.71	12.83	9.50	0.10	0.10	0.003	0.021	0.025	1.880	8.589	CASO B	0.187	0.174	2.20